

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Facultad De Ingeniería Industrial

**Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial e Industrias
Alimentarias**



TESIS

**“EFECTO DE LA SAL Y EL BICARBONATO EN EL TIEMPO DE
PRODUCCIÓN DEL AJO NEGRO”**

Presentada por:

ROSALVA YOSMARA PINTADO ALBERCA

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Línea de investigación:

AGROINDUSTRIA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Sub línea de investigación:

**PRE Y POS COSECHA, VIDA UTIL Y TRANSFORMACIÓN DE
PRODUCTOS AGRICOLAS**

Piura-Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TESIS

**“EFECTO DE LA SAL Y EL BICARBONATO EN EL TIEMPO DE
PRODUCCIÓN DEL AJO NEGRO”**

EL SUSCRITOR DECLARA QUE EL PRESENTE PROYECTO DE TESIS ES
ORIGINAL, EN SU CONTENIDO Y FORMA

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Pintado Alberca Rosalva Yosmara", written over a horizontal line.

PINTADO ALBERCA ROSALVA YOSMARA
EJECUTORA

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Dr. Juan Quispe Neyra", written over a horizontal line.

DR. JUAN QUISPE NEYRA
ASESOR

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Dr. Julio Jiménez Chavesta", written over a horizontal line.

DR. JULIO JIMÉNEZ CHAVESTA
CO-ASESOR

Líneas y sub línea de investigación:
AGROINDUSTRIA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA -
PRE Y POS COSECHA, VIDA UTIL Y TRANSFORMACIÓN DE
PRODUCTOS AGRICOLAS

DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS

Yo, Rosalva Yosmara Pintado Alberca, identificada con el DNI N° 74307111, Bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias de la facultad de Ingeniería Industrial y domiciliado en, Cossio del Pomar MZ A1 del Distrito de Castilla Provincia y departamento de Piura, con el número de celular 959913460 y con el correo electrónico : rosalva_yosmara@hotmail.com

DECLARO BAJO JURAMENTO: Que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances establecidos en el Art.411, del código penal concordante con el Art.32 de la ley número 27444, y ley de procedimientos administrativos general y las normas legales de protección a los derechos de autor.

En fe de lo cual firmo el presente.

PIURA 20 DE MAYO 2019



DNI 74307111



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DECANATO



ACTA DE EVALUACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TESIS

Expediente N° 1677 / 2018

Los miembros del Jurado Calificador Ad-Hoc de la Sustentación de Tesis nombrado con Resolución N° 755-CF-FII-UNP-18 de fecha 28/08/2018 que suscriben, se reunieron en acto público en la sala de exposiciones de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura, el día **29 de Mayo del 2019** a las **09:00 am**, para evaluar la defensa de la Tesis titulada **"EFECTO DE LA SAL Y EL BICARBONATO EN EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN DEL AJO NEGRO"**, presentada por la Bachiller **ROSALVA YOSMARA PINTADO ALBERCA** y asesorada por el Dr. **JUAN IGNACIO QUISPE NEYRA** y co-asesorada por el Dr. **JULIO CESAR JIMÉNEZ CHAVESTA**.

Después de haber calificado el Informe Final de la Tesis, escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado, se le declara **APROBADA** para optar el Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** con el puntaje de **79** que corresponde al calificativo de **MUY BUENO**.

Jurado	Presidente	Secretario	Vocal	Puntaje Promedio
Documentación (Max 60 puntos)	46	46	46	46
Sustentación (Max 40 puntos)	33	33	33	33
PUNTAJE TOTAL				79

En consecuencia, la sustentante queda en condición de recibir el Título Profesional que se indica, conferido por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura de conformidad con las Normas Estatutarias y la Ley Universitaria en vigencia.

Ciudad Universitaria, 29 de Mayo del 2019

Dr. ALFREDO LAZARO LUDENA GUTIERREZ	MSc. MANUEL ANTONIO ADRIANZEN DE LAMA	MSc. CARLOS ENRIQUE MARIANO COELLO OBALLE
PRESIDENTE	SECRETARIO	VOCAL

**“EFECTO DE LA SAL Y EL BICARBONATO EN EL TIEMPO DE
PRODUCCIÓN DEL AJO NEGRO”**

JURADO CALIFICADOR



Dr. ALFREDO LÁZARO LUDEÑA GUTIERREZ
Presidente Jurado Calificador AD-HOC



MSc. CARLOS ENRIQUE MARIANO COELLO OBALLE
Vocal Jurado Calificador AD-HOC



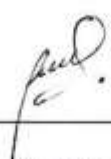
MSc. MANUEL ANTONIO ADRIANZEN DE LAMA
Secretario Calificador AD-HOC

CARTA DE COMPROMISO DEL ASESOR

Quien suscribe, **Dr. JUAN QUISPE NEYRA** con Documento Nacional de Identidad N°07033069 , Mediante la presente manifiesto que he leído y revisado de manera detallada el proyecto de investigación titulado: “ **EFFECTO DE LA SAL Y BICARBONATO EN EL TIEMPO DE PRODUCCION DEL AJO NEGRO** ”, presentado por la tesista **Bach. Rosalva Yosmara Pintado Alberca**, identificado con Documento Nacional de Identidad N° 74307111, egresado de la carrera profesional de **Ingeniería Agroindustrial e industrias alimentarias**, para optar por el título profesional de **Ingeniera agroindustrial e industrias alimentarias**.

En mi condición de asesor, considero que el mencionado proyecto, cumple con lo establecido en el reglamento de tesis para optar por el título profesional en la UNP , por lo que me comprometo a asesorar hasta la sustentación y publicación, si fuera el caso.

Piura – Perú 2019.



Dr. JUAN QUISPE NEYRA
N°07033069

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a mis Padres, hermanos y sobrinos

A mi madre, Lucia por su amor infinito, por su confianza, por inculcarme valores, por enseñarme amar mis raíces y a luchar por mis sueños, a creer que se puede tener un mundo mejor y a trabajar en ello.

A mi padre Cesar, por ser ejemplo de amor, emprendimiento, constancia, y coraje por creer en mí y apostar por mis sueños, gracias por inculcar en mi ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos, por su cariño y apoyo incondicional por ser mi soporte emocional en todo este proceso, por ser el mejor ejemplo de personas y profesionales.

A mis sobrinos, porque el amor que siento por ustedes hace que crea y luche por un mundo mejor.

Por cada uno de los antes mencionados dedico esta tesis, porque con sus oraciones, consejos, ejemplo y amor infinito me han permitido haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Espero no defraudarme a mí misma y ni a ustedes durante este largo camino profesional que me espera.

AGRADECIMIENTO

A Dios porque muestra infinita de su amor es mi familia; por tener a mis padres vivos y que estos puedan disfrutar conmigo mis logros, que también son logros de ellos, gracias a él porque me guía y protege a lo largo de mi camino, por ser mi apoyo y fortaleza en momentos de dificultad y debilidad. Por mostrarme las dos caras de la moneda de este mundo y a la vez mostrarme su amor infinito con oportunidades y personas increíbles que hicieron cambiar mi perspectiva de la vida, teniendo la convicción que aún existe una esperanza de cambio.

Gracias a mi Alma mater, Universidad Nacional de Piura, porque sin duda fueron 5 años maravillosos de formación entre alto y bajos; a esos Maestros que hicieron que amara mi carrera, gracias por las lecciones aprendidas en clase y por los consejos, de manera especial agradecer al Dr. Julio Jiménez Chavesta, mi Co asesor quien ha guiado con su paciencia, conocimiento y rectitud el proceso de esta investigación y a mi asesor Dr. Juan Quispe Neyra, por el apoyo durante el proceso de elaboración.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA	5
1.1.Descripción de la realidad problemática	5
1.2. Justificación e Importancia	7
1.3. Objetivos	9
1.3.1. Objetivo general	9
1.3.2. Objetivos específicos	9
1.4. Delimitación de la investigación	9
CAPITULO II. MARCO TEORICO	10
2.1. Antecedentes de la Investigación - A nivel Internacional	10
2.2. Bases Teóricas	11
2.2.1. El ajo	11
2.2.1.1. Historia	11
2.2.1.2. Cultivo del ajo	12
2.2.1.3. Tipos de ajo	12
2.2.1.4. Botánica del ajo	13
2.2.1.5. Composición bioquímica del ajo	14
2.2.1.6. Propiedades saludables del ajo	16
2.2.1.7. Productos derivados del ajo	17
2.2.1.8. El ajo como alimento funcional	18
2.2.1.9. Composición nutricional del ajo	19
2.2.2. El ajo negro	21
2.2.2.1. Fabricación del ajo negro	22

2.2.2.2. Composición química del ajo negro	22
2.2.2.3. Propiedades saludables del ajo negro	23
2.2.3. Reacción de Maillard.....	23
2.2.3.1. Reacción de Maillard en el ajo Negro	25
2.2.3.2. pH en la reacción de Maillard.....	26
2.2.4. La sal.....	27
2.2.4.1. Historia	27
2.2.4.2. Usos de la sal en la industria alimentaria	29
2.2.4.3. Efectos de la sal en los alimentos	30
2.2.4.4. Norma Oficial para la Sal de Calidad Alimentaria.....	31
2.2.5. El bicarbonato de sodio	33
2.2.5.1. Historia	33
2.2.5.2. Generalidades	33
2.2.5.3. Descripción	34
2.2.5.4. Usos del bicarbonato de sodio en la industria de los alimentos	34
2.2.5.5. Propiedades fisicoquímicas:	34
2.2.5.6. Bicarbonato de sodio grado alimenticio	35
2.3. Glosario de términos básicos	37
2.4. Hipótesis	40
2.4.1. Hipótesis General	40
2.4.2. Hipótesis Específicas	40
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	41
CAPITULO III. MARCO METODOLOGICO	43
3.1. Enfoque y diseño	43
3.2. Métodos y Procedimientos	43
3.2.1. Métodos	43

3.2.2. Materiales	44
3.2.3. Proceso de elaboración	46
3.2.4. Metodología para la obtención de ajo negro con los distintos aditivos.....	47
3.2.5. Análisis y control del desarrollo de la reacción de Maillard (oscurecimiento del ajo) ..	50
3.3. Técnicas e instrumentos.....	53
3.4. Aspectos éticos	57
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION	58
4.1. Resultados.....	58
4.2. Discusión de Resultados.....	74
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	76
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	77
ANEXOS	81

VII. Índice de tablas

Tabla 2. 1: Compuestos azufrados y no azufrados presentes en el ajo y actividad biológica propuesta.....	15
Tabla 2. 2: Composición nutricional del ajo por 100 g	20
Tabla 2. 3: Especificaciones Técnicas NaHCO_3	36
Tabla 3. 1. : Fases del tratamiento 1 –Solución sal.....	49
Tabla 3. 2. : Fases del tratamiento 2 –Solución Bicarbonato de sodio.....	49
Tabla 3. 3. : Niveles considerados en el estudio.....	55
Tabla 4. 1. : Resultados de materia prima	58
Tabla 4. 2. : Resultados de muestras después de ser expuesto a 15 horas en diferentes aditivos :	58
Tabla 4. 3. : Resultados de muestras después 5 días	59
Tabla 4. 4. : Resultados de muestras después 10 días	60
Tabla 4. 5. : Resultados de muestras después 15 días	61
Tabla 4. 6. : Anova para la Humedad	62
Tabla 4. 7. : Duncan para tiempo	62
Tabla 4. 8. : Duncan para aditivo	63
Tabla 4. 9. : Anova para el pH.....	63
Tabla 4. 10. : Duncan para tiempo.....	64
Tabla 4. 11. : Duncan para aditivo.....	64
Tabla 4. 12. : Anova para la acidez	65
Tabla 4. 13. : Duncan para tiempo.....	65
Tabla 4. 14. : Duncan para aditivo.....	66
Tabla 4. 15. : Anova para los grados Brix	66
Tabla 4. 16. : Duncan para tiempo.....	67
Tabla 4. 17. : Duncan para aditivo.....	67
Tabla 4. 18. : Evaluación sensorial para analizar el mejor aditivo y el mejor tiempo	68
Tabla 4. 19. : Sabor con 10% de sal	68
Tabla 4. 20. : Olor con 10% de sal	69
Tabla 4. 21. : Textura con 10% de sal	69
Tabla 4. 22. : Apariencia con 10% de sal	69
Tabla 4. 23. : Sabor con 20% de sal	70

Tabla 4. 24. : Olor con 20% de sal	70
Tabla 4. 25. : Textura con 20% de sal	70
Tabla 4. 26. : Apariencia con 20% de sal	71
Tabla 4. 27. : Sabor con 10% de bicarbonato de sodio	71
Tabla 4. 28. : Olor con 10% de bicarbonato de sodio	71
Tabla 4. 29. : Textura con 10% de bicarbonato de sodio	72
Tabla 4. 30. : Apariencia con 10% de bicarbonato de sodio	72
Tabla 4. 31. : Sabor con 20% de bicarbonato de sodio	72
Tabla 4. 32. : Olor con 20% de bicarbonato de sodio	73
Tabla 4. 33. : Textura con 20% de bicarbonato de sodio	73
Tabla 4. 34. : Apariencia con 20% de bicarbonato de sodio	73

VIII. Índice de gráficos

Gráfico N° 49: Medias marginales estimadas para la humedad.....	90
Gráfico N° 50: Medias marginales estimadas para la acidez	90
Gráfico N° 51: Medias marginales estimadas para el pH.....	91
Gráfico N° 52: Medias marginales estimadas para la humedad.....	91

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la sal y el bicarbonato de sodio en el tiempo de producción del ajo negro. Para su desarrollo, se utilizó el tipo longitudinal, ya que las variables de estudio fueron medidas en dos o más ocasiones; por ello, se realizan comparaciones (antes – después) fueron entre muestras relacionadas, en cuanto al enfoque fue Cuantitativo dado que nos permitió examinar los datos de manera numérica. Según la intervención del investigador: se llevó a cabo una investigación experimental, ya que los análisis fueron bajo métodos controlados con mediciones de causa-efecto y tuvo un nivel explicativo.

Los resultados muestran que para la producción de ajo negro la sal tiene mejor efecto que el bicarbonato a un tiempo de 10 días.

La cantidad de sal o bicarbonato si influye en el tiempo de producción de ajo negro dado que la sal resulto ser mejor aditivo que el bicarbonato al usarse 10 % de esta y a un tiempo de 10 días.

El análisis físico químico ayudo a comprobar que la evolución de las características físico químicas (Humedad, pH acidez y grados brix) en la producción de ajo negro con aditivos, son las mismas que en la fabricación de ajo negro sin aditivo, la diferencia seria que con el uso de aditivo la reacción suele ser más rápidas y se obtiene el producto en menos tiempo.

Al realizar un estudio de aceptabilidad para la producción de ajo negro, en donde se estudió el sabor, olor, textura y apariencia; el mejor sabor se obtiene a los 10 días con un 10% de sal, el olor más agradable se obtuvo a los 15 días con un 20% de sal, la mejor textura fue a los 10 días con un 10% de sal y la mejor apariencia se obtuvo a los 10 días con un 10% de sal

Para la humedad se encontró que el efecto del factor tiempo sobre el grado de humedad promedio en la elaboración del ajo negro en los diferentes niveles de tiempo presenta una diferencia altamente significativa, esto quiere decir que hay variación de humedad. Para el pH se encontró que el efecto del factor tiempo sobre el grado de pH promedio en la elaboración del ajo negro en los diferentes niveles de tiempo también presenta una diferencia altamente significativa, lo mismo ocurre para la acidez y los grados brix se encontró que el efecto del factor tiempo sobre los grados brix promedio en la elaboración del ajo negro en los diferentes niveles de tiempo presenta una diferencia altamente significativa.

El ajo negro procesado con aditivos logro disminuir el tiempo de producción además que se logró obtener valores sólidos solubles más altos, pH más bajo, y un color oscuro, todo esto a una temperatura 75 °C.

PALABRAS CLAVES: Concentración de la sal y bicarbonato de sodio, Tiempo de producción

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the effect of salt and sodium bicarbonate on the production time of black garlic. For its development, the longitudinal type was used, since the study variables were measured on two or more occasions; therefore, they made comparisons (before - after) were between related samples, in terms of the approach was Quantitative since it allowed us to examine the data in a numerical way. According to the intervention of the researcher: an experimental investigation was carried out, since the analyzes were under controlled methods with cause-effect measurements and had an explanatory level.

The results show that for the production of black garlic the salt has a better effect than the bicarbonate at a time of 10 days.

The amount of salt or bicarbonate if it influences the time of production of black garlic since the salt turned out to be better additive than the bicarbonate when using 10% of this and at a time of 10 days.

The physical and chemical analysis helped to verify that the evolution of the physical and chemical characteristics (humidity, pH acidity and brix degrees) in the production of black garlic with additives, are the same as in the manufacture of black garlic without additive, the difference would be that With the use of additive the reaction is usually faster and you get the product in less time.

When carrying out an acceptability study for the production of black garlic, where the taste, smell, texture and appearance were studied; the best flavor is obtained at 10 days with 10% salt, the most pleasant smell was obtained at 15 days with 20% salt, the best texture was at 10 days with 10% salt and the best appearance was obtained after 10 days with 10% salt

For the humidity it was found that the effect of the time factor on the average humidity degree in the elaboration of the black garlic in the different levels of time presents a highly significant difference, this means that there is humidity variation. For the pH it was found that the effect of the time factor on the average pH degree in the elaboration of the black garlic in the different levels of time also presents a highly significant difference, the same happens for the acidity and the brix degrees it was found that the The effect of the time factor on the average brix degrees in the elaboration of black garlic in the different levels of time presents a highly significant difference.

The black garlic processed with additives succeeded in decreasing the production time, in addition to achieving higher soluble solid values, lower pH, and a dark color, all at a temperature of 75 ° C.

KEY WORDS: Concentration of salt and sodium bicarbonate, Production time

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum*) , tiene un alto valor nutritivo ,es un excelente antimicrobiano natural, gracias a su contenido de compuestos sulfurados secundarios con una extensa escala de propiedades nutraceuticas, entre ellos se encuentra la alicina, compuesto responsable de sus propiedades farmacológicas.

Según ADEX, las exportaciones de ajo en el Perú aumentaron en un 135% en el primer trimestre del año 2018, respecto al mismo periodo del 2017. En ventas los despachos de esta planta herbácea alcanzaron US\$ 8,874,000 Millones, a pesar del crecimiento progresivo de este cultivo, los productores y empresarios siguen buscando alternativas para la conquista de nuevos mercados.

Lo que se busca es obtener un producto innovador, en el que se haga uso de ajo fresco logrando incrementar la producción con la finalidad de tener mayor expansión de mercado interno y externo generando mayor rentabilidad, con un producto de calidad y cualidades nutricionales excepcionales.

Es así que surge la idea de estudiar, el **ajo negro** producto derivado del ajo blanco fresco, El ajo negro se elabora tradicionalmente en los países asiáticos y en los últimos años su consumo se ha introducido en países de occidente, como España, Alemania ,Italia, e incluso en EEUU y Argentina. Es un producto clave por tres motivos fundamentales: tiene mejor sabor y aroma que el ajo fresco, tiene mayor capacidad antioxidante y de los 8 aminoácidos esenciales los contiene todos.

Esta creciente demanda del ajo negro ha fomentado hayan diversificado su producción, desarrollando el ajo negro bajo condiciones controladas esto sucede en países productores, como España además que debido al alto precio que alcanza en los mercados, es considerado un producto estrella.

El proceso de obtención de ajo negro, se da mediante la exposición de ajo fresco a temperaturas constantes durante ciertos periodos (reacción de Maillard), que van desde los 10 hasta los 40 días, la reacción de Maillard generada, tiene como consecuencia el oscureciendo del ajo, en algunos casos se hace uso del agua de mar durante el proceso, en otros no usan aditivo alguno.

Según Toledano (2017), el ajo negro difiere del ajo fresco en su color oscuro, valores de solidos solubles más altos, pH más básico y mayor concentración de polifenoles y capacidad antioxidante, todo ajo estudiado indujo a una disminución de crecimiento de Células de leucemia. Sin embargo, ningún tipo de ajo fue capaz de inducir proapoptotica fragmentación de ADN internucleosomal. Con respecto al potencial genotoxico, todos los ajos (crudos y procesados) no

eran genotóxicos, con la excepción de la mayor concentración de ajo fresco. El ajo negro procesado durante un corto periodo de tiempo tiene mejores propiedades que los de más larga fermentación e incluso más que el ajo fresco, por lo que podría tener consecuencias industriales y económicas.

El proceso para la obtención de ajo negro, suele ser muy costoso por ello esta investigación busca estudiar el uso de aditivos (sal o bicarbonato de sodio) idóneo para la producción de ajo negro en el menor tiempo posible. Si es bien la reacción de Maillard (reacción que genera el color negro del ajo) se acelera en condiciones de alcalinidad, y los aditivos estudiados son neutro (Sal) y alcalino (bicarbonato de sodio).

Al estudiar las formas de obtener ajo negro, se encontró que en el antiguo oriente usaban agua de mar durante su producción, lo que nos da apertura a investigar las diferentes propiedades que otorga la sal durante el proceso y si es que este aditivo influye en el tiempo de producción de ajo negro. Ya que su pH es 7 es decir es neutro, además la sal al estar en contacto con alimentos produce deshidratación osmótica y es potente conservador.

Por otro lado el bicarbonato de sodio, es un aditivo con pH igual a 8.4, esto significa que es una base siendo de gran ayuda para elevar los niveles de pH en los alimentos.

En el caso de la obtención de ajo negro durante el proceso usaremos muestras con bicarbonato de sodio y sal en cantidades permitidas; para lo cual buscaremos que estos aditivos al estar en contacto con el ajo durante 15 horas, modifiquen su pH, con el objetivo de que los aditivos tengan efectos positivos sobre las muestras y por consiguiente se observe la reacción de Maillard con mayor rapidez, tendiendo esta premisa analizaremos cual es el efecto de estos aditivos sobre el tiempo de producción del ajo.

CAPITULO I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En la actualidad se está estableciendo una corriente muy fuerte de consumidores que opta por adquirir productos alimenticios que les brinden beneficios para su salud, disminuyendo los riesgos de adquirir enfermedades, es así que el mundo culinario da el gran paso a la innovación y el uso de tecnología en sus alimentos.

Desde ya hace muchos años, en los países asiáticos y Europeos, el uso de ajo blanco en fresco se ha visto disminuido, esto debido a su fuerte sabor y olor. Es así que en la actualidad encontramos el Ajo negro, producto derivado del ajo blanco fresco, obtenido mediante la reacción de Maillard (a una temperatura controlada y a un tiempo determinado) este producto tiene la característica de poseer un sabor agri-dulce parecido al de una ciruela, suave, de color negro, pero sobre todo con mayor porcentaje de propiedades que el ajo blanco.

Por otro lado el consumo de ajo negro en el Perú, es limitado debido a que es un producto desconocido por muchos y al que acceder es limitado. Por tanto se pretende analizar la obtención de ajo negro teniendo en cuenta dos aditivos como son la sal y el bicarbonato sodio con la finalidad reducir el tiempo de producción y por ende su precio puede ser más accesible.

El uso de aditivos es cada vez más común en la industria alimentaria ya que son sustancias que se añaden permitiendo mejorar su aspecto textura y propiedades en general, el uso de aditivos en este caso busca reducir el tiempo de producción.

Es así que el Cloruro de sodio denominado Sal, es usada diariamente en la gastronomía. El consumo de este es vital para controlar la cantidad de agua en el cuerpo y células, manteniendo el pH de la sangre, ayuda a que el cuerpo esté hidratado, introduciendo agua en el interior de las células.

La sal proporciona a los alimentos uno de los sabores básicos, el salado. Se emplea fundamentalmente en dos áreas: como condimento de algunos platos y como conservante.

Es importante recordar que la Organización Mundial de la Salud recomienda que el consumo medio de sal sea: 3 gr. diarios en niños menores de siete años, 4 gr. para los que tienen entre siete y 10 años, y 5 gr para los que superen dicha edad.

Asimismo el bicarbonato de sodio es usado como neutralizador de ácidos para corregir el exceso de acidez natural o del proceso, su uso tiene como fin mejorar el color y sabor de los alimentos. Los científicos a menudo lo utilizan en los laboratorios, debido a sus propiedades neutralizantes. En la industria alimentaria es usado en la repostería, donde reacciona con otros componentes para liberar CO₂, que ayuda a la masa a elevarse, dándole sabor y volumen.

Es por ello que la presente investigación busca ver el efecto que tendría la sal y el bicarbonato de sodio en el tiempo de producción del ajo negro, obteniendo así la dosis adecuada para su producción, y a la vez analizar las características físico-químico que presente.

1.2. Justificación e Importancia

En el Perú las regiones productoras de ajo fresco son Arequipa y Cajamarca, La Libertad, Lima, Ayacucho, Junín, Huánuco, Huancavelica, Tacna, Piura, Amazonas, Apurímac y Moquegua. Por tal caso la industrialización del ajo fresco en ajo negro sin duda daría un impacto positivo en la economía de estas regiones productoras, pudiendo ofrecer un producto industrializado de cualidades excepcionales.

El consumo de ajo negro, además de aportar crecimiento económico en las familias productoras, le ofrece al consumidor prevenir la diabetes, hipertensión, hiperglicemia, colesterol, etc.

El proceso para la obtención de ajo negro es muy costoso debido al tiempo empleado para su producción, por ello al encontrar el aditivo que reduzca el tiempo de producción, sin duda sería un resultado positivo para esta industria.

El ajo negro Aporta, vitamina C y otras sustancias también antioxidantes de alto valor como los flavonoides, que lo convierten en un buen estimulante inmunitario es especialmente rico en compuestos fenólicos como la S-alilcisteína o la S-alil-mercaptocisteína, de acción antioxidante. Al igual que el ajo de fresco, es un gran antibiótico natural, útil para prevenir y combatir resfriados. Moyers (1996)

Además, ayuda a mantener buenos niveles de presión sanguínea y facilita la función hepática, eliminando restos de lípidos y colesterol dañino. Al facilitar la circulación mejora también los dolores de cabeza por insuficiente riego sanguíneo. Se considera un buen energizante natural. También estimula el tránsito intestinal. Y, al ser antiparasitario, ayuda a controlar la candidiasis intestinal.

En el Perú ya se está produciendo ajo negro en menor escala y sus precios suelen ser elevados esto dividido a lo costoso del proceso para su obtención. Durante el proceso para obtener ajo negro se produce la Reacción de Maillard, responsable, tanto del color, como sabor de los alimentos durante su exposición al calor, el proceso inicia al darse una reacción entre moléculas de hidrato de carbono y un aminoácido, sea libre o parte de una cadena proteica, el resultado produce cambios y deriva ciertos compuestos diferentes. Paralelamente se produce la reacción que brinda coloración y sabores provenientes de los múltiples compuestos

Una de las tantas características de la reacción de Maillard es que esta se acelera en condiciones de alcalinidad.

Por otro lado, tradicionalmente se usa el agua de Mar en el proceso de obtención de ajo negro. La concentración de sal en el agua marina provoca que al estar en contacto con los alimentos cause deshidratación osmótica permitiendo la salida de agua del alimento originando flujo de agua desde el interior. Además que la sal es un potente conservador de alimentos y su pH es 7 neutro.

Así mismo el bicarbonato de sodio, es un aditivo usado ampliamente en la gastronomía debido a sus propiedades Leudantes (aditivo que liberan gas), el pH de este aditivo es igual a 8.4, esto significa que es una base siendo de gran ayuda para elevar los niveles de pH en los alimentos buscando que estos sean más alcalinos y por consiguiente al colocarlos a Temperaturas constates se observe la reacción de Maillard con mayor rapidez.

Por ello en esta investigación nos daría luz a mejorar el tiempo del proceso para la obtención de ajo negro.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la sal y el bicarbonato de sodio en el tiempo de producción del ajo negro.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar si la cantidad de sal y o bicarbonato de sodio influyen en el tiempo de obtención de ajo negro.
- Realizar y evaluar un estudio de aceptabilidad general mediante un análisis sensorial a las muestras de ajo negro después de haber sido procesadas con sal y o bicarbonato de sodio.
- Determinar y evaluar las características fisicoquímicas de las muestras de ajo negro antes, durante y después del proceso para la obtención de ajo negro.

1.4. Delimitación de la investigación

Delimitación Espacial: Centro de enseñanza de investigación agroindustrial de la Universidad Nacional De Piura

Delimitación Temporal: 3 meses.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación - A nivel Internacional

Toledano (2017) , realizó una investigación titulada “optimización del proceso de elaboración y caracterización físico- químico y fisiológico del ajo negro”, el objetivo de ese estudio fue elaborar de forma más eficiente ajo negro. Para ello indagó diferentes combinaciones de tiempo/ temperatura, evaluando como le afectaba a los parámetros físico-químicos. Pero además, en la optimización introdujo una propuesta, que no se estaba aplicando para la elaboración del ajo negro, que fue el producirlo a partir de ajos pelados, en lugar de la cabeza completa como es habitual.

El resultado, además de estimar la combinación ideal de tiempo/temperatura para su producción, fue conseguir la forma de hacerlo a partir de los ajos pelados, lo que supone un avance notable, tanto para el productor que comercializa los dientes de ajo, pues evita el pelado manual posterior a la elaboración (los ajos en fresco se pueden pelar mecánicamente), como para el consumidor, por la dificultad que entraña a veces extraer un diente de ajo negro díscolo, de la cabeza en que lo compramos.

Los resultados en los ensayos de fabricación permitieron concluir que el ajo negro difiere del ajo fresco en su color oscuro, valores sólidos solubles más altos, pH más bajo y mayor concentración de polifenoles y capacidad antioxidante. Igualmente, en estos ensayos se evidenció que pequeñas variaciones de temperatura en el proceso (72, 75 a 78 °C) influyen en la velocidad de cambio.

Mientras Aleaga (2018), realizó una investigación titulada “creación de una línea de productos basada en la implementación de ajo negro”, es un estudio que tiene como objetivo desarrollar una línea de productos basada en la implementación del ajo con la metodología de desarrollar el producto teórica y práctica para así incluirlo en alimentos gastronómicos que fueron seleccionados mediante encuestas.

Llego a la conclusión de que para la fabricación de ajo negro es implícito saber sus métodos de proceso como la elaboración de la salmuera que puede ser dulce o salada y en constante uso de la temperatura durante un periodo de 60 días que son los puntos esenciales de su obtención; demostró además que es posible obtener un manual que explique cada procedimiento del paso a paso a base del ajo negro y como se obtiene, para así conseguir el

producto final en preparaciones gastronómicas que fueran seleccionadas después de un análisis de expertos.

Calderon (2015), Realizo una investigación titulada “evaluación del proceso de obtención de ajo negro a partir de distintas variedades” de las 3 variedades de ajo evaluados (ajo hembra, ajo macho y ajo peruano) concluye que el mayor contenido de selenio, fibra proteínas y cenizas se recomienda usar el ajo peruano. Respecto a la temperatura mayor cantidad de selenio se encuentra a temperatura de 70°C

2.2.Bases Teóricas

2.2.1. El ajo

2.2.1.1.Historia

Ledezma y Apitz (2006), comentan que el origen tanto del ajo es muy posiblemente Asia Central. Se estima que 2000 A.C, el ajo se empleaba en China y formaba parte de la dieta diaria, especialmente consumido junto con la carne cruda. Otros registros que datan de esa época, sugieren que el ajo también se utilizó como conservante de alimentos.

Por otro lado García (1998), indica que el ajo se utilizó en lociones antisépticas para lavar heridas y úlceras, así como remedio curativo en el siglo VI a.C .En China y Japón se recomendó el té de ajo como remedio contra la fiebre, cefaleas, cólera y disentería, así como en la prevención de la trombosis en ancianos.

Durante los años de la peste bubónica en Europa, el ajo fue utilizado para aumentar la inmunidad contra el organismo infeccioso responsable de tantas muertes. Varios textos relatan que los supervivientes de la peste eran frecuentemente aquellos que habían ingerido rutinariamente grandes cantidades de ajo.

Moyers (1996), indica que los rusos usaron el ajo para combatir la influenza, durante el siglo XVIII. Finalmente, el ajo sería conocido como "penicilina rusa".

En el siglo XIX, Louis Pasteur finalmente demostró científicamente que el ajo contiene propiedades antibióticas. Su descubrimiento dio pie a la iniciación de cientos de estudios que han fundamentado sus hallazgos. A finales del siglo XIX, el ajo era utilizado como un tratamiento para el tifus, el cólera y la tos ferina. Fue altamente recomendado por los médicos y considerado como tratamiento.

2.2.1.2.Cultivo del ajo

Japon (1984), se da tanto en tierras fuertes como sueltas, no tolera tierras fuertes con encharcamiento, no tolera la excesiva humedad. Se comporta bien en los secanos frescos. Los terrenos húmedos son malos para su cultivo porque se pudre el bulbo. Vegeta, si cultivo es bueno cuando se usa terrenos en donde se cultiva la cebolla, resistiendo mayor proporción de arcilla que ésta.

Prefiere los suelos ricos en materia orgánica y fértil, con un pH entre 6 y 7.

2.2.1.3.Tipos de ajo

Ajo Blanco:

Es el ajo más tradicional y común. Se caracteriza por sus grandes calibres, suelen tener los dientes muy marcados externamente. Su conservación y productividad son buenas, son sensibles a las heladas. Sus dientes son de color blanco/marfil. Su forma, ligeramente curvados. Tiene un excelente sabor y un aroma persistente. La cabeza del ajo blanco suele tener entre 10 y 12 dientes, son más carnosos y se conservan por más tiempo. Están recubiertos por una envoltura apergaminada de color plateado.

Ajo Negro

Es el ajo blanco normal fresco, pero que tras sufrir un proceso de exposición a temperaturas constantes se transforma este producto, el ajo ya de por sí saludable y nutritivo, el ajo negro es en un alimento que todavía es más beneficioso. Su proceso es envejecimiento se da durante un mes aproximadamente, donde se desarrolla su color más oscuro, textura más suave y un sabor peculiar. (Rocati, 2013)

Ajo Rosado

Este ha sido popular desde la edad media, conocido como “la rosa pestilente” es uno de los ajos más fuertes en sabor. La planta mide de 0,2 a 0,8 metros. Se siembra de marzo a junio y se recolecta durante el invierno. En cocina se comen crudos en ensalada, hervidos en agua con aceite y limón o fritos.

Ajo Violeta

Es la variedad prematura del ajo Francés, es de gran tamaño 70 a 90 mm y presenta algunos toques de dulzura. Se siembra de septiembre a noviembre y se recolecta de

mayo a junio. Es de color violeta a ráfagas tanto en sus pieles exteriores como en el diente de ajo. Es resistente a la humedad..

Ajo Morado

Es uno de los ajos más suaves. Las túnicas o pieles exteriores son blancas y el color del diente de ajo es rojizo. Es muy bueno para su comercialización por calidad y sabor.

Perteneciente a la variedad "Morado de Cuenca", es el bulbo de la especie *Allium sativum* L., que es preservado por la Indicación Geográfica Protegida. Los ajos morados maduran antes que los ajos blancos y suelen ser más grandes pero se conservan por menos tiempo y son algo más picantes. Se diferencian por el color de su cubierta.

Luego tenemos a **Los ajetes o ajos tiernos:** son pequeños y con sabor y olor menos pronunciado. Los ajetes son ajos poco madurados que se han cogido antes de que el bulbo crezca. Los ajetes son más propios para tortillas o revueltos.

2.2.1.4.Botánica del ajo

El género *Allium* se encuentra en la familia Liliaceae, que son bulbos o cepas con gran riqueza en aceites esenciales y en compuestos sulfurados que tienen la capacidad de sintetizar alcaloides y glúcidos con acción cardiotónica. Este género agrupa a unas 600 especies, algunas de gran valor agrícola, como es el caso del ajo, la cebolla o el puerro, y otras son plantas ornamentales por su característica de tener flores espectaculares y ser muy resistentes al frío.

Esta familia esta expandida por la medicina tradicional y en su consumo destaca, China, España, Brasil, India y África. Junto con cebollas, puerros, cebollinos y chalotes, el ajo es un miembro de la familia del lirio. El nombre científico para el ajo, el *allium sativum* puede haber sido derivado de la palabra celta todo lo que se refiere a "picante". La parte comestible de la planta de ajo crece bajo tierra y consiste en un bulbo cloved.

La planta del ajo posee raíces numerosas, simples, finas y en forma de mechón, que alcanzan poca profundidad en el suelo. El bulbo del ajo está compuesto por bulbillos blancos, rosados o morados los cuales están envueltos por membranas numerosas, estos bulbillos son yemas axiales de las hojas y lo constituye una hoja verdadera y una yema vegetativa. Presenta un tallo blando y liso de unos 40 cm de altura, que asoma por el centro de las hojas. Se trata de un tallo hueco y rollizo.

El aprovechamiento del cultivo es el bulbo subterráneo (cabeza de ajo), los bulbillos están unidos por su base al tallo principal y las raíces y recubiertos por membranas o túnicas de color blanco o morado en varias tonalidades, según la variedad.

El ajo es una de las principales hortalizas cultivadas en el mundo, debido a su gran demanda gracias a sus propiedades culinarias, medicinales e insecticidas que posee. Estos beneficios atribuidos al ajo y sus preparaciones, están estrechamente ligados a los compuestos químicos que presenta.

2.2.1.5.Composición bioquímica del ajo

Florencio (2011), menciona que en la composición bioquímica del ajo fresco hay más de 100 compuestos biológicos. Hay hidratos de carbono, compuestos de azufre, proteínas, fibras, aminoácidos libres, compuestos fenólicos, polifenoles y fitoesteroles. Tiene niveles altos de fósforo, potasio, azufre, zinc, niveles moderados de selenio y germanio y vitaminas A y C, y niveles bajos de calcio, magnesio, sodio, hierro, manganeso y vitaminas B.

Toledano, (2017), reafirma lo mencionado por Rahman y Lowe (2006), que tiene un contenido de agua bajo (alrededor del 65%), con la mayor parte del peso seco que comprende fructooligosacáridos, seguido de compuestos de azufre, proteína, fibra y aminoácidos libres.

El micronutriente principal en el ajo, al igual que con las cebollas, es la vitamina C. Sin embargo, también es cierto que el ajo contiene otras vitaminas, particularmente B6, que está vigente en niveles altos, así como un mezclado de minerales en cantidades pequeñas pero útiles.

Guapulema (2013), menciona que entre los compuestos bioactivos en el ajo encontramos la Aliina que contiene de 7 a 14 miligramos por gramo de peso fresco, y de 18 a 42 mg/g de peso seco, Además menciona que La alinasa, es una enzima, encontrada en muchas plantas del género *Allium*, como el ajo (*A. sativum*) la actividad enzimática decrece rápidamente a 42 °C, la inactivación se da entre 42 °C a 60 °C, a temperaturas mayores de 60 °C la actividad enzimática se destruye y La Alicina Es el compuesto más activo del ajo, y representa cerca del 70 % de todos los tiosulfinatos , la alicina no existe en el ajo como tal, pero se produce rápidamente cuando se machaca el ajo, se agrega agua al ajo en polvo o deshidratado a temperaturas mayores de 70°C produciendo la pérdida de este compuesto, debido a que su precursor la aliína, se convierte rápidamente por la acción de la enzima en alicina y otros tiosulfinatos.

Tabla 2. 1: Compuestos azufrados y no azufrados presentes en el ajo y actividad biológica propuesta

Compuestos	Actividad biológica
Compuestos azufrados	
Aliína	Hipotensora e hipoglucemiante
Ajoeno	Anticoagulante, vasodilatador, hipotensor antiinflamatorio y antibacteriano
Alicina	Antibacteriana, antiviral, antifúngica, reduce triglicéridos en sangre,
Dialil sulfuro	Anticancerígeno, hipocolesterolemiante y previene daños químicos en el DNA
S-alil-cisteína	Hipocolesterolemiante, antioxidante y protector frente al cáncer
Alil mercaptano	Hipocolesterolemiante, antidiabética, hipotensora y atitumoral
Compuestos no azufrados	
Fructanos	Efectos cardioprotectores
Adenosina	Vasodilatadora, hipotensora, estimuladora de la síntesis de hormonas esteroideas, estimuladora de liberación de glucagón y miorelajante
Quercitina	Efecto beneficioso en asma y alergias. Estabiliza los mastocitos
Saponinas	Hipotensoras
Selenio	Antioxidante y antiinflamatorio
Ácidos fenólicos	Antibacterianos y antivíricos

Fuente: Efectos del ajo sobre la tension arterial (MARÍN, 2016)

2.2.1.6. Propiedades saludables del ajo

En el ajo también se encuentran sustancias como fermentos, colina, ácido hidrorodánico y yodo, en diferentes investigaciones se ha logrado aislar hasta 17 aminoácidos entre los cuales se encuentran: ácido aspártico, asparagina, alanina, arginina, histidina, metionina, fenilalanina, leucina, serina, treonina, prolina, triptófano y valina todos esto de gran beneficio para la salud.

Según Crozier (2000), los alimentos funcionales pueden ser de origen animal y/o vegetal. Los de origen vegetal destacan por su alto contenido de compuestos activos, además de que son considerados nutrientes (vitaminas y minerales). En particular, se trata de compuestos fisiológicamente activos, producto del metabolismo secundario de vegetales, también denominados fitoquímicos. En función de sus estructuras químicas, se los agrupa como: terpenos, fenoles, alcaloides y compuestos azufrados, que ejercen efectos positivos sobre la salud humana.

Algunos alimentos han sido estudiados ampliamente por su potencial efecto beneficioso sobre la salud. Se ha demostrado que varios alimentos del grupo Alliums reducen los riesgos y / o modulan el metabolismo para favorecer la prevención de enfermedades, uno de ellos es el ajo.

Bayan et al., (2014), establecen que el ajo ha sido considerado en numerosas culturas un alimento con cualidades terapéuticas inigualables. El estudio de las propiedades beneficiosas para la salud del ajo tiene más de 3000 trabajos científicos dando a conocer los efectos preventivos e incluso curativos en el desarrollo de numerosas enfermedades en relación entre el consumo de dietas ricas en alimentos con compuestos organosulfurados como es el caso del ajo y la prevención de ciertos tipos de cáncer.

Rahman (2007), hoy en día, tanto la tradición científica como herbológica apoyan el hecho de que el ajo, en sus diversas formas, puede proporcionar beneficios extraordinarios para la salud. Incuestionablemente, puede reducir significativamente el riesgo de enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. Tomar el ajo, en ciertas dosis, puede ayudar a proteger las células humanas de la oxidación, los radicales libres y ciertos tipos de radiación. El ajo es un refuerzo eficaz del sistema inmunológico y tiene propiedades anti-bacterianas, anti-virales y anti-hongos.

Espinoza et all. (2010), los compuestos organosulfurados se han estudiado en los últimos años y han despertado gran interés por su efecto protector ante enfermedades cardiovasculares, dado que disminuyen los niveles plasmáticos de colesterol y triglicéridos, actúan como antiagregantes plaquetarios e hipotensores. Los compuestos fenólicos y azufrados del ajo actúan sinérgicamente bloqueando la actividad del oxígeno reactivo sobre las proteínas, lípidos y ADN, brindándole al ajo propiedades antioxidantes.

Individualmente los compuestos azufrados participan en actividades hipolipémicas, antimicrobianas, antiparasitarias, antifúngicas, antibacteriales, anticancerígenas, hepatoprotectivas, antitrombóticas, protectores cardiovasculares.

Se caracterizan por su importante papel como agentes prebióticos, incluidos dentro de la fracción fibra de los alimentos, papel que se caracteriza porque facilitan el desarrollo de la flora intestinal y previenen numerosas enfermedades.

Cao et all (1996), los principales antioxidantes presentes en el ajo son ciertos compuestos de organosulfurados, algunos compuestos fenólicos y la vitamina C. Los antioxidantes tienen una serie de efectos protectores del cáncer, incluyendo la neutralización de los radicales libres, la protección del ADN contra el daño y la asistencia al mantenimiento de la función celular normal. Se han reportado niveles altos a muy altos de actividad antioxidante para el ajo en varios estudios.

2.2.1.7.Productos derivados del ajo

Borek (2006), además del ajo crudo, actualmente se comercializan diferentes productos derivados del mismo como son: ajo deshidratado, aceite de ajo, aceite de ajo macerado, extracto de ajo envejecido (AGE) y el último producto en desarrollarse, el ajo negro.

Toleano (2017) Es importante destacar que la composición fisico-química y fisiológica de estos preparados puede variar significativamente dependiendo del método utilizado para su fabricación. Se deberá estudiar la influencia de los diferentes factores que influyen principalmente en la cantidad de antioxidantes (alicina y SAC fundamentalmente) que están presentes en el producto final así como la biodisponibilidad. A continuación se detallan algunas características de los diferentes productos que actualmente se comercializan: como son Juego de ajo, Capsulas de ajo en polvo y perlas de aceite capsulizado y extracto de ajo envejecido.

2.2.1.8. El ajo como alimento funcional

Florencia (2011), diversas investigaciones han demostrado propiedades funcionales que se le atribuyen al ajo. Entre ellas, se pueden mencionar las siguientes:

- **Efecto hipotensor**

El ajo, inhibe la actividad de la enzima convertidora de Angiotensina I, que transforma la Angiotensina I en Angiotensina II, la cual es un potente vasoconstrictor y, en consecuencia, provoca elevación de la tensión arterial. El consumo de ajo eleva la síntesis de óxido nítrico mediante el incremento de la actividad de la enzima óxido nítrico sintetasa. El óxido nítrico es un potente vasodilatador que se encarga de mantener los niveles de presión arterial en valores normales. El ajo tiene una acción hipotensora disminuyendo la resistencia vascular periférica y manteniendo la elasticidad de venas y arterias de todo el cuerpo.

Por ello, para prevenir enfermedades de la vejez, se recomienda el consumo de ajo ya sea en forma natural o como suplemento dietario.

- **Efecto sobre las enfermedades cardiovasculares**

A lo largo de muchos años, se ha usado el ajo para tratar este tipo de problemas. En un estudio realizado en conejos y ratas con hipercolesterolemia, los cuales fueron alimentados con extracto de ajo, se demostró una importante reducción de colesterol y triglicéridos en plasma por inhibición de las enzimas claves implicadas en la síntesis de estos. La arterioesclerosis es un endurecimiento o pérdida de elasticidad de las arterias producida por el depósito de placas de ateroma en las paredes de los vasos sanguíneos, impidiendo el normal paso de oxígeno y materiales nutrientes a las diversas zonas del cuerpo humano.

- **Efecto antitrombótico**

Rahman (2003), las plaquetas sanguíneas son unos minúsculos corpúsculos que sirven, entre otras cosas, para iniciar el proceso de coagulación; circulan libremente por la sangre y en circunstancias especiales aumentan su adhesividad: se pegan literalmente entre sí, formando pequeños trombos alrededor de los cuales se inicia la formación de un coágulo de sangre (en casos de hemorragia) o la agregación de grasas (en el caso de la placa aterosclerótica).

Los componentes azufrados del ajo inhiben la ciclooxigenasa que cataliza la conversión del ácido araquidónico en prostaglandinas, impidiendo de este modo la reacción de liberación y la consiguiente formación del trombo plaquetario.

- **Prevención del cáncer**

Numerosos estudios epidemiológicos muestran una asociación inversa entre el consumo de verduras del género *Allium*, como el ajo y el riesgo de sufrir ciertos tipos de cáncer. Han demostrado que aquellas personas que tienen un consumo más elevado de ajo tienen un menor riesgo de padecer cáncer de estómago o de colon. En correlación a lo mencionado anteriormente, se dice que el aumento de la consumición de ajo está estrechamente relacionado con la reducción de incidencia de cáncer parecen retardar de forma efectiva la proliferación tumoral.

2.2.1.9.Composición nutricional del ajo

Las propiedades del ajo están basadas sobre todo en los componentes sulfurados que contiene (alicina, alil/dialil sulfidos). Al ajo se le han atribuido numerosas propiedades beneficiosas para salud: efecto antiséptico, antiinflamatorio, bactericida, antiviral, antifúngico y antiparasitario intestinal. Estudios «in vitro» han indicado que el extracto de ajo, incluso a bajas concentraciones, es un potente inhibidor de *Helicobacter pylori*, bacteria implicada en el desarrollo de las úlceras gátricas y duodenales.

La protección que ejercen los compuestos alil-sulfidos está, probablemente relacionada con la capacidad de inhibir la formación y activación de inductores cancerígenos como las nitrosaminas, también actúan propiciando la reparación del material genético celular dañado y mejorando las defensas del individuo.

Así mismo, parecen retardar de forma efectiva la proliferación tumoral. El ajo Ayuda a reducir el LDL-colesterol (colesterol «malo»), a inhibir su oxidación, y a proteger a las células endoteliales de estas lipoproteínas modificadas. Ejerce un importante papel en la prevención de la enfermedad cardiovascular, reduciendo los niveles de lípidos en sangre.

Además, ejerce beneficios cardiovasculares, ya que disminuye la presión arterial y la agregación plaquetaria. También ejerce un efecto hipoglucemiante, ayudando a prevenir la diabetes tipo II.

Tabla 2. 2: Composición nutricional del ajo por 100 g

Nutrientes	Cantidad
Energía (Kcal)	117
Proteína (g)	3.94
Grasa total(g)	0.23
Colesterol (mg)	0
Glúcidos	24.30
Fibra (g)	1.20
Calcio(mg)	17.80
Hierro (mg)	1.20
Yodo (ug)	4.70
Vitamina A (mg)	-
Vitamina C (mg)	14
Vitamina D (ug)	0
Vitamina E (mg)	0.10
Vitamina B12 (ug)	0
Folato (ug)	4.80

Fuente: FUNDACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA - FUNIBER(2017)

2.2.2. El ajo negro

Kimura (2016), el ajo negro aparece en los mercados como producto innovador a, ya que su característica principal es que carece del sabor pungente característico en el ajo fresco.

Toledano, (2017), hay mucha controversia en cuanto al origen del ajo negro. Se dice que el ajo negro es producto ancestral, consumido casi siempre en muchos países asiáticos como Corea, Taiwán, Japón, o Tailandia que fue introducido en los mercados hace unos diez años.

Calderón (2015), el ajo negro es un producto elaborado a partir del ajo fresco mediante un proceso tecnológico a temperatura y humedad controlada durante un período prolongado de tiempo. A medida que el ajo evoluciona, muchos compuestos del ajo fresco toman una nueva gama de compuestos diferentes, convirtiéndose en un producto atractivo tanto para su uso terapéutico como culinario.

Características más destacadas que diferencias al ajo fresco del ajo negro estas son:

- El ajo blanco fresco no pasa por proceso alguno mientras que el ajo negro es fabricado mediante un proceso a una temperatura controlada y a un tiempo determinado, hasta conseguir un producto final.
- El ajo blanco se caracteriza por tener un olor y sabor pungente, mientras que el ajo negro el olor suele ser menos percibido y el sabor es agridulce.
- Según Toleano (2017), nos dice que la capacidad antioxidante de ajo negro es mayor en comparación a la del ajo fresco.
- La composición nutricional en cuanto a compuestos bioactivos varían significativamente, teniendo mayor presencia en los ajos negros .
- En los ajos negros Se considera un alimento con alto contenido en aminoácidos. De los 20 aminoácidos contiene 18 y de los 8 esenciales los aporta todos.

2.2.2.1.Fabricación del ajo negro

La llegada del ajo negro a Norteamérica Fue gracias a la empresa familiar LA ABUELA CARMEN, quienes se dedican a la exportación de ajo alrededor de Francia, Alemania e Italia y estudian sus propiedades terapéuticas y culinarias, haciendo de este un producto estrella, teniendo como mercado potencial restaurantes que ofrecen comida Gourmet.

El ajo negro es un producto que se elabora a partir del ajo fresco mediante un proceso industrial a temperatura y humedad controlada durante un período prolongado de tiempo. Las temperaturas varían entre 40 y 90 °C, la humedad relativa va de 80 a 95% y los tiempos fluctúan entre 10 y 40 días, dependiendo de cuan intenso es el tratamiento. Toledano, (2017)

Toledano, (2017) de Zhang et all. (2016), es conocido que el ajo tiene un período de envejecimiento más corto a temperaturas más altas. En el caso del proceso de envejecimiento a 70 °C, la velocidad de envejecimiento es dos veces más rápida que la de 60 ° C. Según la evaluación sensorial, la calidad de ajo negro es mejor y su color negro es homogéneo entre 70 °C y 80 °C. A pesar de que el ajo negro se produce más rápido a 90 °C, produce gustos no ideales, como los gustos amargos.

2.2.2.2.Composición química del ajo negro

Shin et all. (2008), en el calentamiento se producen varios cambios en el flavor, olor y contenidos en nutrientes. Así, el tratamiento térmico permite las reacciones del color pardo no enzimático o reacción de Maillard, la caramelización y oxidación química de los fenoles. Así, en el ajo negro aparecen un elevado número de compuestos bioactivos, como son los fenoles, flavonoides, piruvato, tiosulfato, Sallylcysteine (SAC), y S-allylmercaptocysteine (SAMC).

Rahman (2007), el compuesto predecesor del olor y sabor del ajo fresco es la S- Alil-cisteína-sulfóxido (aliina); cuando el ajo se corta la enzima alinasa actúa sobre este compuesto generando alicina, ácido pirúvico y amoniaco. Sin embargo, se puede decir que en el ajo negro la alicina se transforma en otros compuestos por lo que desaparece el olor y sabor pungente. Este fenómeno se debe a cambios en la alicina compuesta, que es responsable del olor acre, en compuestos antioxidantes solubles en agua, tales como S-alilcisteína (SAC), tetrahidro-β-carbolinas, alcaloides biológicamente activos y compuestos similares a flavonoides.

2.2.2.3. Propiedades saludables del ajo negro

Banerjee et al. (2003), en los años recientes numerosos estudios han reportado que los extractos de ajo negro tienen efectos antioxidantes, antialérgicos, antidiabéticos, antiinflamatorios, hipocolesterolémicos, hipolipidémicos y anti-carcinógenos.

Cuando el ajo fresco se transforma en ajo negro suceden muchas reacciones bioquímicas que aumentan notablemente las propiedades antioxidantes del ajo fresco. El ajo negro contiene un gran número de componentes funcionales, como los polifenoles, los compuestos de azufre, los alcaloides de la p-carbolina y algunos oligoelementos como selenio, germanio entre otros. A través del especial procesamiento térmico del ajo negro, es más fácil de absorber, y su efecto beneficioso también ha mejorado.

El compuesto S-Allylcysteine se forma por el catabolismo de γ -glutamylcysteine e inhibe el daño oxidativo relacionado con el envejecimiento y diversas enfermedades.

En un informe realizado por (Rahman, 2007), se estudia la evolución del compuesto SAC durante la fabricación de ajo negro a varias temperaturas, concluyendo que se producen mayores aumentos cuando la temperatura es menor.

2.2.3. Reacción de Maillard

Pastoriza de la Cueva (2013), la reacción de Maillard es un conjunto de reacciones químicas que dan paso a la creación de pigmentos pardos con modificaciones de color, olor y sabor de diversos alimentos. Se desarrolla a aw intermedias y diversos pH, necesitando un aporte de valor moderado. Proveniente entre el grupo amino de un aminoácido, péptido o proteína y el grupo carbonilo de un azúcar reductor o un lípido oxidado, donde se da lugar a los denominados productos de la reacción de Maillard (PRMs). Entre estos como productos finales pueden citarse las melanoidinas.

La reacción que se da es realmente importante para la industria alimentaria, dado que se dan con frecuencia durante el almacenamiento de los alimentos y en procesos como el horneado, tostado, fritura, etc.

Además la reacción de Maillard se da el caso de disminuir el valor nutritivo de los alimentos, principalmente el afectar la calidad de las proteínas, debido a la destrucción de aminoácidos o disminución de su biodisponibilidad y la de otros nutrientes.

La reacción de Maillard puede dividirse en tres etapas:

- **Etapa temprana:** En esta fase se produce la unión entre Azúcares y aminoácidos. En esta etapa aun no aparece el pardeamiento. Comienza con la condensación entre el grupo carbonilo libre de un azúcar reductor o un lípido oxidado y el grupo amino de un aminoácido, péptido o proteína que, tras deshidratación, da lugar a una base de Schiff inestable que se transforma en glicosamina- N-sustituida. Esta reacción es reversible ya que en un medio fuertemente ácido se genera el azúcar y el aminoácido. Las glicosilaminas son más estables cuando proceden de aminas aromáticas que de aminoácidos.
- **Etapa intermedia:** Hay formación inicial de colores amarillos muy ligeros, en esta etapa se produce una reorganización irreversible de la glicosilamina- N-sustituida, mediante la **transposición de Amadori**, se genera 1-amino-1-desoxi-2-cetosa, mientras que cuando se parte de una cetosilamina-N-Sustituida, mediante la **trasposición de Heyns** se genera, 2-amino-2-desoxialdosa. Los compuestos de Amadori y de Heyns han sido encontrados en diversos alimentos y en el organismo humano. Los compuestos de Amadori y de Heyns sufren una serie de descomposiciones que varían en función del pH o de la temperatura del medio, estas reacciones comprenden las etapas intermedias de la reacción de Maillard y dan lugar a compuestos con color y olor. A partir del compuesto de Amadori se puede mencionar que a pH ácido se produce una **enolización en posición 1,2** que da origen a compuestos **dicarbonílicos** (potentes precursores del pardeamiento), y por el contrario a pH básico se produce una **enolización en posición 2,3**, que da lugar a reductonas las cuales pueden deshidratarse para generar dehidroreductonas y esta a su vez en etapas más avanzadas pueden reaccionar con grupos amino y polimerizar.
- **Etapa avanzada:** Aquí se produce la formación de los conocidos pigmentos oscuros que se denominan melanoidinas, las etapas finales de la reacción de Maillard son complejas y dan lugar a dos tipos de compuestos: las melanoidinas y los compuestos avanzados de la reacción de Maillard.

Las melanoidinas son polímeros pardos producidos mediante la condensación de compuestos aminados procedentes de las etapas intermedias de la reacción de Maillard. Las melanoidinas varían en peso molecular y poseen rasgos distintos en la región visible del espectro.

2.2.3.1. Reacción de Maillard en el ajo Negro

El **ajo negro** es un tipo de ajo caramelizado, producto de la reacción de Maillard, reacción también conocida como 'Pardeamiento no enzimático', se da mediante un proceso de exposición del ajo fresco a ciertas temperaturas durante tiempos determinados dependiendo de la temperatura empleada y método de elaboración.

Los factores que influyen en esta reacción son los siguientes:

***Tipo y cantidad de Hidrato de carbono**, en el caso de ajo la cantidades de carbohidratos presentes es de 24,30 en 100 g.

*** Tipos de aminoácidos o proteínas**, el ajo cuenta con los 8 aminoácidos esenciales como son Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y Valina.

*** Concentración de sustratos**, para que se lleve a cabo la reacción es necesario que estén presentes los 2 sustratos: hidratos de carbono y proteínas. En el caso del ajo se cuenta con estos dos sustratos en abundancia, además nos hace referencia que al aumentar la concentración de estos sustratos, Mayor será la intensidad de esta reacción.

***Tiempo y temperatura de exposición**, La reacción suele aparecer con mayor rapidez cuando se trata el ajo a altas temperaturas pero los resultados sensoriales no son muy favorables, además que se ha comprobado que a altas temperaturas pierdes compuestos bioactivos, por ello en el caso del ajo se recomienda trabajar a temperaturas de 70 y 85 grados centígrados.

***Los niveles de pH**, la Intensidad de la reacción se acelera cuando los niveles de pH son más alcalinos, Por ello en este proceso usamos aditivos que hacen más alcalinos los niveles de pH en el ajo y de esta manera la reacción sea más rápida.

* **La Actividad de agua**, se recomienda que para que se de esta reacción la humedad debe ser de 60 y 90%, en el caso del ajo fresco este tiene un contenido de agua que oscila entre los 60 y 65%.

2.2.3.2.pH en la reacción de Maillard

El desarrollo de la reacción de Maillard está condicionado por el pH inicial de los reactantes así como por la capacidad tampón del sistema. En general un aumento del pH favorece su desarrollo y la aparición del color, mientras que a pH ácido la velocidad es mínima y su desarrollo escaso alcanzando su máximo cuando el pH se eleva a 10. Pastoriza de la Cueva (2013)

El avance de la reacción supone disminución del pH debido a la formación de ácidos grasos de cadena corta y a la desaparición de aminoácidos básicos, la reactividad del grupo amino es mayor cuando el aminoácido está en forma aniónica y este valor depende del carácter ácido- base del aminoácido. En aminoácidos ácidos (ácido aspártico y glutamínico) la forma aniónica se produce a pH 3, pero en aminoácidos básicos se necesita un pH de 10. A pH mayor de 10, el descenso de protones necesarios para la catálisis de la reestructuración de Amadori y Heyns puede ser la causa del descenso de esta reacción.

Si se estudia el pH de los alimentos se puede decir:

- a) alimentos cuyo pH oscila entre 6 y 8 (Ajo, leche, huevos, cereales, carnes) en los que las condiciones son favorables a la reacción de Maillard. Una disminución del pH permite atenuar el pardeamiento durante la deshidratación, pero modifica desfavorablemente los caracteres organolépticos.
- b) alimentos cuyo pH está comprendido entre 2.5 y 3.5 (zumos y concentrados de frutas ácidas) estos productos son pobres en aminoácidos y la reacción de Maillard aparece de forma muy débil. Es la degradación del ácido ascórbico, así como la

caramelización de los azúcares, la responsable del pardeamiento. Estas reacciones están catalizadas por el ácido cítrico y algunos aminoácidos presentes.

- c) Alimentos de pH intermedios (conservas vegetales, alimentos fermentados, miel, salsas, sopas) en los que ocurrir simultáneamente la reacción de Maillard y la degradación del ácido ascórbico.

2.2.4. La sal

2.2.4.1.Historia

James et al. (1987), la costumbre de adicionar sal a la comida se remonta a tiempos de la prehistoria. Durante la época neolítica, el mayor consumo de vegetales que siguió a la introducción de la agricultura y de la vida sedentaria la convirtió en un elemento de primera necesidad.

Se había incorporado a su modo de vida, como conservante de alimentos y luego añadida como condimento a la dieta, desarrollando asentamiento de las comunidades y convirtiéndose en una de los aditivos más apreciadas.

La sal empezó a utilizarse en los sitios donde se encontraba fácilmente, es decir, regiones como el Oriente Medio, del Jordán, Nilo, valles de Méjico y del Perú, China y Europa Central. En el Imperio chino, la sal tuvo un gran auge, de tal forma que 511 años antes de Cristo, el impuesto sobre la venta de sal significaba el 80 % de sus ingresos.

El valor de la sal en la antigua Grecia, tenía valores exorbitantes llegando así un esclavo a valer su peso en sal. Además, en la cultura de los pueblos antiguos la imagen de la sal estaba unida a los conceptos de fidelidad, de la amistad y de la mutua confianza e incluso se convirtió en un símbolo religioso. En el Imperio Romano se crearon rutas en Europa para facilitar el mercadeo de la sal, una de las más importantes tiene su origen en Roma, y es la denominada “Vía Salaria”.

El uso de este aditivo equivalía a que por cada día como parte del pago de sus servicios valdría un puñado de sal al que denominaron “salarium”, término del que deriva la palabra salario en castellano.

Fritsche (1964), durante la Edad Media los señores feudales se hicieron con el control de las explotaciones salinas e impusieron elevados impuestos a sus consumidores (Puig, 1984). En épocas más modernas, se impuso la compra obligatoria de la sal, en la cantidad que los recaudadores estipulaban y a un precio fijado. Es decir, no se compraba la sal que uno suponía necesitar, sino que le imponían la cantidad que tenía que comprar o consumir, lo que en Francia se denominó “la gabelle”.

Laszlo (2001), a comienzos del siglo XIX, la idea de generar frío artificial para conservar los alimentos se va perfeccionando poco a poco con numerosas invenciones que mejorarían las prestaciones ya existentes. De tal manera que progresivamente la explotación y venta de la sal fue declarándose libre en toda Europa culminando el libre comercio de la misma durante el siglo XX.

He y MacGregor (2003), y a comienzos del siglo XXI, las normas dietéticas de la mayoría de países occidentales recomienda reducir la cantidad total de sal en los alimentos procesados, todo esto se debe a que cada vez es más evidente la relación existente entre la ingesta de elevadas cantidades de sal en la dieta y el aumento de la presión arterial.

Armenteros (2010), menciona que 200 años A.C. los chinos Huan Ti Nei y Ching Su Wen, ya relacionaban el consumo de sal con las funciones renal y cardíaca. A principios del siglo XIX, clínicos franceses señalaron la interrelación existente entre la sal y la hipertensión, e intentaron disminuir el consumo de sal por parte de los enfermos hipertensos.

Puig (1984), a principios del siglo pasado, científicos de la época pretendieron sustituir el cloruro sódico por el cloruro potásico, dado que aunque este último, si bien puede amortiguar los efectos del sodio, también puede provocar alteraciones del ritmo cardíaco, acidosis y debilidad muscular.

En la actualidad, se han llevado a cabo estudios empleando suplementos alimenticios de CaCl_2 y MgCl_2 como tratamiento para la hipertensión aunque los resultados obtenidos no han sido concluyentes.

2.2.4.2. Usos de la sal en la industria alimentaria

Los avances en la conservación de alimentos y la eficiencia de la industria de la sal hicieron decrecer la demanda mundial de sal. Así pues el uso de la sal fue más allá de la condimentación y la conservación ya que empezó a emplearse en la fabricación de numerosos productos industriales, químicos y farmacéuticos. Asimismo los beneficios y perjuicios del consumo excesivo de sal se fueron clarificando cuando en el año 1994 el COMA (Committee on Medical Aspects of Food and Nutrition Policy) recomienda una dosis máxima de ingesta de sal por persona de 6 g al día.

Reddy y Marth (1991), el cloruro de sodio, comúnmente conocido como “sal”, representa el ingrediente más usado en alimentación después del azúcar.

Kurlanski (2002), la sal se ha usado como conservante de alimentos ya que es capaz de disminuir la actividad de agua del producto previniendo el crecimiento de microorganismos patógenos. Sin embargo, la sal no solo actúa como agente conservante sino que también es capaz de enriquecer el sabor de un producto e incluso a veces se le atribuye la capacidad de influir en la textura y el “cuerpo” de un alimento.

Kilcast y Ridder (2007), en productos lácteos como los quesos además de controlar el crecimiento microbiano, ayuda al desarrollo del sabor y la textura del alimento durante la etapa de maduración ya que regula la actividad de los enzimas proteolíticos.

En la industria panadera se utiliza como enriquecedor del sabor y controla el ritmo de fermentación de las levaduras. En los encurtidos, el alimento se sumerge durante un cierto tiempo en una solución de vinagre y sal, donde la sal actúa controlando la flora bacteriana y evitando el desarrollo de procesos fermentativos indeseables.

Bjornsson (2000), en pescados, como el bacalao y la anchoa la utilización de la sal representa un método clásico para la conservación de este tipo de productos, que tradicionalmente comprende una etapa de salazón seguida por un secado al aire libre.

Andrés et al. (2004), En los cárnicos la sal tiene una mayor importancia ya que contribuye a la capacidad de retener agua del producto, controla el crecimiento microbiano, facilita la solubilización de ciertas proteínas y confiere el típico sabor salado. Además, afecta a reacciones enzimáticas como la proteólisis, la lipólisis y la oxidación que influyen directamente en el desarrollo de la textura, el aroma y el sabor del producto.

Gilbert y Heiser (2005), de la sal se puede conocer el consumo en toneladas por una determinada nación; sin embargo, la cifra pierde precisión cuando se refiere a la cantidad que se destina a la alimentación, y de ésta, la destinada a la salazón y conservación de alimentos y la destinada a la cocina y mesa. La imprecisión aumenta a medida que intentamos acercarnos al consumo individual, ya que existen numerosas diferencias.

Esta representa aproximadamente el 76 % de la ingesta diaria de sal, siendo el pan y los cereales (38 %), los productos cárnicos (17 %), los productos lácteos (11 %) y los condimentos (9 %) los mayores colaboradores a dicha ingesta. Del 24 % restante, el 19 % es añadido durante el cocinado o en la mesa y tan solo el 5 % es constituyente natural de los alimentos.

2.2.4.3.Efectos de la sal en los alimentos

Reddy y Marth (1991), la sal está constituida por los iones sodio y cloruro en una proporción del 40 y 60 %, en peso respectivamente; de modo que una cucharadita de sal (aproximadamente 6 g) contiene 2.4 g de sodio. La sal en la industria alimentaria es usada ampliamente como conservante en distintos procesos como son:

La salazón: es la conservación del alimento por la adición de NaCl (sal común)

Se salan los alimentos ricos en proteínas como pescado y carne. (Gonzales & Ferrer, 2009)

- Puede dar cierta oxidación de lípidos
- Existe pardeamiento (por la mioglobina (Mb))
- Se produce una modificación del color

Factores que influyen en la salazón:

- La temperatura: se debe salar a 15 - 20 °C
- El pH: cuanto más ácido sea, menos concentración de sal necesitará
- El contenido proteico: si la concentración de proteínas es muy elevada, menos concentración de sal necesitará, quedando el producto de mayor calidad.

Curado

El curado se lleva a cabo por la adición de sal NaCl y sales de nitratos NO₃- y nitritos NO₂- de potasio o sodio por ejemplo.

Los nitratos o nitritos estabilizan el color rojo de la carne incluso aplicando procesos de cocción. Por ejemplo en jamón, mortadelas y salchichas cocidas.

En el curado:

- La sal NaCl disminuye la actividad de agua aw
- La disminución del pH viene producida por la instauración de la flora láctica.
- Los nitratos NO₃- y nitritos NO₂- son bastante efectivos contra Staphilococos. Los nitritos fundamentalmente tienen una acción inhibidora contra Clostridium botulinum.

En el curado, aparte de sal, nitratos y nitritos, se añaden a menudo, azúcares que favorecerán el crecimiento de la flora bacteriana.

2.2.4.4. Norma Oficial para la Sal de Calidad Alimentaria

Descripción: Se entiende por sal de calidad alimentaria el producto cristalino que consiste predominantemente en cloruro de sodio. Se obtiene del mar, de depósitos subterráneos de sal mineral o de salmuera natural.

Composición esencial y factores de calidad

a) Características Generales: La sal deberá presentarse en forma de cristales blancos. La granulación de la sal deberá ser uniforme.

- De acuerdo con su tipo será necesario que la sal contenga los aditivos requeridos por el Ministerio de Salud, en la proporción, de:

- Yodo de 30 a 60 mg/kg de sal (expresado como I) (Así reformado el apartado anterior mediante el artículo 1° del decreto ejecutivo N° 30032 del 3 de diciembre del 2001).

- Flúor de 175 a 225 mg kg de sal (expresado como F) (Así reformado el apartado anterior mediante el artículo 1° del decreto ejecutivo N° 30032 del 3 de diciembre del 2001).

b) Características organolépticas

Aspecto: cristales, de acuerdo con el tipo de sal.

Color: blanco.

Olor: Inodoro.

Sabor: Salino.

c) Clasificación La sal para consumo humano de acuerdo con sus características de pureza y granulometría, será clasificada en:

- **Sal común o sal gruesa.** Producto no procesado cuyos cristales deberán pasar en un 90% o más por el tamiz N° 8 (2,36 mm).
- **Sal molida.** Producto obtenido por la molienda de sal común o sal gruesa, cuyos cristales deberán pasar en un 95% o más, por un tamiz N° 18 (1,00 mm).
- **Sal refinada.** Producto procesado para eliminar sales higroscópicas de magnesio y calcio, impurezas orgánicas, arena, tierra y fragmentos de concha; los cristales deberán pasar totalmente por el tamiz N° 20 (0,85 mm de abertura) y el 25% como mínimo, deberán pasar por el tamiz N° 60 (0,25 mm de abertura).

d) Características microbiológicas

La sal deberá estar libre de detritos, impurezas y microorganismos halofílicos, patógenos y cromogénicos que indiquen manipulación defectuosa del producto. El recuento bacteriano no podrá ser mayor de 20 000/gramo o lo que establezca el Ministerio de Salud.

Dosis máxima en el producto final: 20 g/kg solo o mezclados

2.2.5. El bicarbonato de sodio

2.2.5.1.Historia

Actualmente este producto es utilizado por doctores en la diálisis de riñón con el objeto de bajar los niveles de acidez en el torrente sanguíneo. Reconocido por la FDA (Food and Drug Administration) donde se examina, varios beneficios ampliamente reconocidos de este producto.

Hasta ahora han sido aprobadas siete diversos beneficios seguros y efectivos, entre ellos como antiácido, alivia irritaciones en la piel, piquetes de mosquitos y abejas, quemaduras de sol.

El bicarbonato de sodio a la vez que tiene múltiples usos, dentro de los remedios caseros tiene la ventaja de ser económico y funciona perfectamente bien. Los investigadores han difundido que se puede mezclar con otros productos comunes en el hogar como el limón, vinagre, sal, azúcar.

2.2.5.2.Generalidades

Según (Martínez y Sagastume, 1997):

Formula química: NaHCO_3

Nombre químico: Sal Monosódica del Ácido Carbónico

Sinónimos:

El bicarbonato de sodio también llamado Bicarbonato Sódico, Hidrogeno Carbonato de Sodio, Carbonato ácido de Sodio, Carbonato de Sodio Monohidratado, Carbonato di Sódico Monohidratado, Sal di Sódica Monohidratada del ácido Carbónico, Sosa de hornear, Carbonato ácido de Sodio.

Nombre comercial

Bicarbonato de Sodio. En asociación: Negatrate, Gastrolan, Normogastryl

2.2.5.3.Descripción

Es un compuesto sólido cristalino de color blanco muy soluble en agua, con un ligero sabor alcalino, estable al aire seco, pero se descompone al aire húmedo se puede encontrar como mineral en la naturaleza o se puede producir artificialmente debido a la capacidad del Bicarbonato de Sodio de aumentar el CO₂.

2.2.5.4.Usos del bicarbonato de sodio en la industria de los alimentos

El bicarbonato de sodio se usa junto a compuestos ácidos como aditivos leudante en panadería y en la producción de gaseosas, antiguamente se usaba como fuente de CO₂ para la gaseosa Coca-Cola. Es el componente fundamental de los polvos extintores de incendios o polvo BC. (Extintores a base de Bicarbonato).

El bicarbonato de sodio es un anión fundamental en el organismo y normalmente está presente en los fluidos biológicos como bicarbonato Sódico. El Sodio, en colaboración con el Potasio, regula el equilibrio de los líquidos, y contribuye al proceso digestivo manteniendo una presión osmótica adecuada, actúa en el interior de las células, participa en la conducción de los impulsos nerviosos.

Casi todas las recetas de repostería requieren una o dos cucharadas de Bicarbonato Sódico. Esto es porque este aditivo reacciona al entrar en contacto con los ácidos de los demás ingredientes, creando dióxido de carbono que aumenta el volumen de la masa del pan.

2.2.5.5.Propiedades fisicoquímicas:

Martínez y Sagastume (1997), la solubilidad en agua 10.3 g/100 g de agua. La alcalinidad aumenta cuando la solución lleva tiempo preparada, se agita o se calienta. Lo descomponen los ácidos débiles, que forman la sal del ácido y liberan anhídrido carbónico.

Soluble en agua, insoluble en alcohol. (Hayley, 2018)

Apariencia

El polvo es extremadamente fino y tiene un brillo cristalino. Comercialmente, el bicarbonato de sodio también puede venir en forma de gránulos comprimidos o cápsulas.

Olor

El bicarbonato de sodio es inodoro. No se recomienda tratar de oler ya que su inhalación puede provocar estornudos y tos. El bicarbonato de sodio no sólo es inodoro sino que también se utiliza como un neutralizador de olores Ayudando a reducir los olores en el proceso de algún procesos.

Densidad

La densidad del bicarbonato de sodio es 2,159 gramos por centímetro cúbico.

Puntos de fusión

El punto de fusión del bicarbonato de sodio es de 60 grados Celsius o 140 grados Fahrenheit. Este producto químico no tiene un punto de ebullición, ni tiene un punto de inflamación, ya que no es combustible. Se descompone a temperaturas superiores a 70 grados centígrados.

pH

En la escala de pH de cero a 14, el bicarbonato de sodio se encuentra en 8,2. Esta sustancia es una base (o alcalino).

Propiedades adicionales

El carbonato ácido de sodio es un producto químico estable mientras se almacene adecuadamente. Cuando se combina con ciertos ácidos, tales como el fosfato monoamónico o una aleación de sodio-potasio, se crea una cantidad peligrosa de dióxido de carbono. Se recomienda evitar la humedad y el calor cuando se almacena.

2.2.5.6.Bicarbonato de sodio grado alimenticio

USOS

El Bicarbonato de Sodio es una base débil que puede ser usada en Industrias farmacéuticas, para la fabricación de antiácidos para consumo humano, aprovechando sus propiedades buffer para neutralizar la acidez estomacal, como medio o soporte de sustancias activas.

También es usado en Industrias alimenticias para la preparación del polvo para hornear usado como leudante en las masas de ponqués y tortas, en bebidas efervescentes, en la conservación de la mantequilla, y aguas minerales artificiales.

En la industria de tratamiento de aguas, el bicarbonato se usa en la remineralización de aguas dulces naturales, potables y/o de alimentación industrial. En esta última actúa como regulador del pH.

También es usado en el mejoramiento de la transformación y asimilación de forrajes y alimentos concentrados para animales. Fabricación de limpiadores domésticos y desodorantes.

IDENTIFICACION

Fórmula química: NaHCO_3

Fórmula comercial: Bicarbonato de sodio grado alimenticio

Peso molecular: 84.01 g/mol

Tabla 2. 3: Especificaciones Técnicas NaHCO_3

PROPIEDAD	UNIDAD	ESPECIFICACION
PUREZA (Expresado como NaHCO_3)	% p/p	99,0 Min
Arsénico		0,0001 Max
Humedad		0,2 Max
Metales pesados		0,0005 Max
Presencia de amoníaco		Negativo
pH (1% Sol)		8,5 Max

Fuente: COMPANIA DE QUIMICA COLOMBIANA - CONQUIMA (2014)

Según CODEX ALIMENTARIUS (Normas Internacionales de los Alimentos)
NORMA GENERAL PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS CODEX STAN 192-1995

El bicarbonato de sodio puede ser usado en la industria alimentaria en cantidades indefinidas según la necesidad del producto a elaborar o procesar, en este caso de la elaboración de Ajo negro , usaremos en 10 g/kg hasta un 20 g/kg.

2.3.Glosario de términos básicos

Aditivo: Los aditivos son sustancias que intencionadamente se añaden a los alimentos para conservarlos evitando su deterioro, y también para colorearlos, darles sabor y mantener o mejorar su estructura. OMS (2018)

Humedad

La determinación de humedad es una de las técnicas más importantes y de mayor uso en el procesado, control y conservación de los alimentos, puesto que la mayoría de los productos alimenticios poseen un contenido mayoritario de agua, así por ejemplo, la leche posee un 88%, el yogurt, entre un 80 y 90%, las carnes frescas (60-75%) y aún los llamados productos secos como las leguminosas o el arroz, alcanzan un contenido de humedad de hasta un 12%.

El contenido de humedad en un alimento es, frecuentemente, un índice de estabilidad del producto. Por otra parte, el control de la humedad es un factor decisivo en muchos procesos industriales tales como la molienda de cereales, el mezclado de productos sólidos finos, en la elaboración de pan, etc. Así mismo, en la evaluación de muchos procesos industriales es de gran importancia conocer el contenido de agua de los productos o materias primas para formular el producto y evaluar las pérdidas durante el procesado. Quintana (2015)

pH

Se trata de una unidad de medida de alcalinidad o acidez de una solución, que está representado mediante una escala, que varía de 0 a 14 donde los valores menores de 7 se les denomina ácidos, y los valores superiores a 7 se les denomina bases. Más específicamente el pH mide la cantidad de iones de hidrógeno que contiene una solución determinada, el significado de sus siglas son, potencial de hidrogeniones. Samillan (2012)

Grados Brix

Los grados Brix son una unidad de cantidad (símbolo °Bx) y sirven para determinar el cociente total de materia seca (generalmente azúcares) disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx contiene 30 g de sólido disuelto por 1000 g de disolución total.

Los grados Brix se cuantifican con un refractómetro, detectores de horquillas vibratorias o con un caudalímetro másico. Santander (2018)

Acidez

Para la determinación de la acidez, expresada en % de ácido cítrico como lo menciona Perez, (2017), se debe medir la acidez en porcentaje del ácido con una base NaOH Samillan (2012).

Ácido cítrico

El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarboxílico, presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Su fórmula molecular es $C_6H_8O_7$.³

Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo alimentario en el envasado de muchos alimentos como las conservas de vegetales enlatadas. Dávila (2016)

Nombre IUPAC : Acido 3-carboxi-3hidroxi pentanodioico

Formula: $C_6 H_8 O_7$

Propiedades físicas:

Densidad 1665 kg/m^3 ; $1,665 \text{ g/cm}^3$

Masa molar: $192,13 \text{ g/mol}$

Punto de fusión: $175 \text{ }^\circ\text{C}$

Propiedades químicas:

Acidez $1=3.15$; $2=4.77$; $3=6.40 \text{ pK}_a$

Solubilidad en agua $133\text{g}/100\text{ml}$ ($22 \text{ }^\circ\text{C}$)

La ósmosis

Podemos definir la ósmosis como un fenómeno de difusión de agua por medio de una membrana semipermeable, la cual es aquella que posee poros, parecida a cualquier filtro de tamaño molecular.

El tamaño de los poros es tan minúsculo que deja pasar las moléculas pequeñas pero no las grandes, normalmente del tamaño de micras. Por ejemplo, deja pasar las moléculas de agua, que son pequeñas, pero no las de azúcar, que son más grandes. López (2018)

Deshidratación Osmótica

La Deshidratación Osmótica (DO) consiste en sumergir un producto alimenticio en una solución con una alta presión osmótica, lo cual crea un gradiente de potencial químico entre el agua contenida en el alimento y el agua en la solución, originando el flujo de agua desde el interior del producto, para igualar los potenciales químicos del agua en ambos lados de las membranas de las células del vegetal. Estas son semipermeables y permiten el paso del agua y muy poco el de soluto, produciéndose como efecto neto, la pérdida de agua por parte del producto. Zapata (1999)

Este método permite obtener productos de humedad intermedia, los cuales pueden ser tratados posteriormente por otros métodos. Esta combinación permite, aumentar la vida útil y mejorar las características sensoriales de los productos tratados.

2.4.Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Ha: la sal y el bicarbonato de sodio influyen significativamente en el tiempo de producción del ajo negro.

2.4.2. Hipótesis Específicas

Ha1: La cantidad de aditivo sal o bicarbonato de sodio influyen significativamente en el tiempo de producción de ajo negro.

Ha2: El análisis sensorial muestra un alto nivel de aceptabilidad del ajo negro después de haber sido procesadas con sal y o bicarbonato de sodio.

Ha3: El uso de sal o bicarbonato de sodio en la producción de ajo negro influye de forma significativa en las características fisicoquímicas consideradas en la investigación, experimentando variaciones en sus resultados.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente: Concentración de la sal y bicarbonato de sodio	-La sal es un producto constituido por cloruro de sodio con presentación en forma de cristales incoloros, insolubles y de sabor salado franco. -El bicarbonato de sodio es un compuesto sólido cristalino de color blanco muy soluble en agua	-La sal es la cantidad consumida de producto constituida por cloruro de sodio con presentación en forma de cristales incoloros, insolubles y de sabor salado franco arrojados mediante la encuesta SNUT y tomando los valores específicos por la OMS (2000mg) -Los bicarbonatos de sodio son sales ácidas derivadas del ácido carbónico (H ₂ CO ₃) que contienen el anión Bicarbonato (HCO ₃ ⁻).	D1	% Humedad
			D2	Nivel de pH
			D3	Grados Brix
			D4	Cantidad de ácido cítrico
Variable dependiente:	Tiempo: la palabra tiempo se utiliza para	Tiempo: "t es (d), i" que se lee: el	Eficacia	Cumplimiento del trabajo (Tiempo de

Tiempo de Producción de ajo negro	nombrar a una magnitud de carácter físico que se emplea para realizar la medición de lo que dura algo que es susceptible de cambio. Cuando una cosa pasa de un estado a otro, y dicho cambio es advertido por un observador, ese periodo puede cuantificarse y medirse como tiempo.	tiempo es la medida de la duración desde un momento de inicio establecido.		obtención de ajo negro)
			Eficiencia	Utilización de Equipo
				Utilización de materiales
				Mano de obra
	<p>Producción: Se denomina producción a cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios.</p>	<p>Producción: se tomaran cabezas de ajo las cuales se les hará un análisis para quedar libres de posibles patologías, luego las cabezas se ajo, serán abiertas quedando libres los dientes a los cuales se les ara el tratamiento para obtener el producto final ajo negro.</p>		

CAPITULO III. MARCO METODOLOGICO

3.1.Enfoque y diseño

En cuanto al enfoque fue Cuantitativo dado que nos permitió examinar los datos de manera numérica.

Diseño

Según la intervención del investigador: se llevó a cabo una investigación experimental, ya que los análisis fueron bajo métodos controlados con mediciones de causa-efecto.

Nivel

Explicativo: Se utilizó este nivel para el desarrollo tanto de la variable independiente como la dependiente dado que se respondió a las causas y efectos de los eventos físicos y químicos, se explicó de forma detallada el proceso de preparación para la obtención del producto.

Tipo

Fue longitudinal, ya que las variables de estudio fueron medidas en dos o más ocasiones; por ello, de realizar comparaciones (antes – después) fueron entre muestras relacionadas.

3.2.Métodos y Procedimientos

3.2.1. Métodos

En primer lugar se realizaron los análisis fisicoquímicos a la materia prima (Humedad, pH, acidez, grados brix). Posteriormente se prepararon soluciones de 10 % y 20% tanto de sal como de bicarbonato de sodio, se ingresó la materia prima en cada una de estas soluciones durante 15 horas. Pasado este tiempo se procedió a escurrir y a separar 12 muestras con 3 réplicas cada una, se marcó y se colocó a la olla de ajo negro, se realizó el control inicial y control durante los 5 ,10 y 15 días (análisis fisicoquímico y sensorial)

3.2.2. Materiales

Materia prima

- Ajo blanco (*Allium sativum*)

Insumos

- Sal yodada
- Bicarbonato de sodio
- Agua destilada
- Agua de mesa

Reactivos

- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio

Equipos

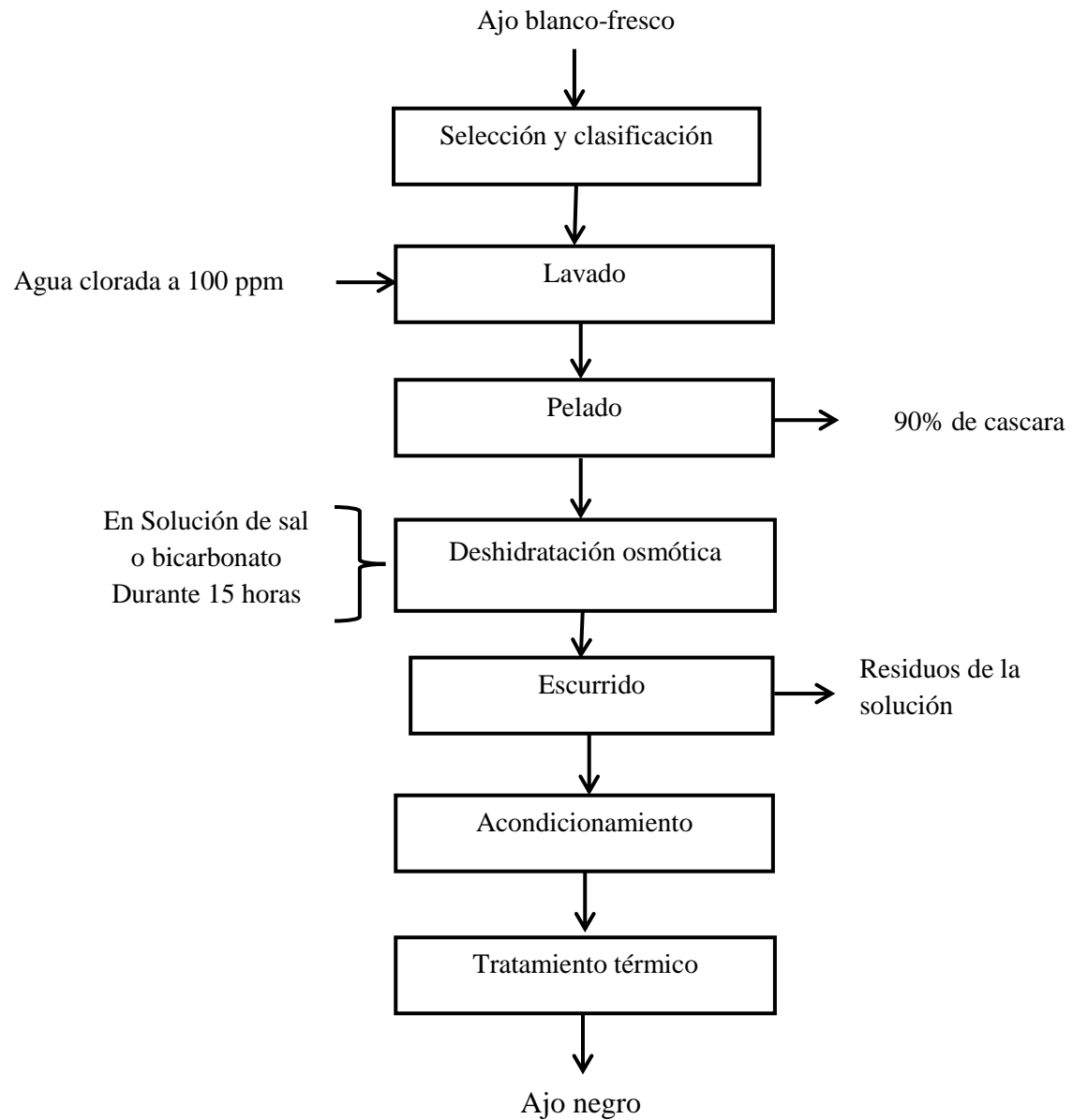
- Olla de ajos negros (BLACK GARLIC FERMENTER)
- Refractómetro
- Medidor electrónico de pH
- Balanza
- Equipo de acidez y titulación
- Termobalanza

Instrumentos

- Papel platino
- Frascos de vidrio
- Coladores
- Guantes
- Cuchillo
- Tabla de picar
- Depósitos metálicos.

Obtención del ajo negro:

El diagrama de flujo representa cada operación que se consideró para obtener ajo negro bajo los diferentes usos de aditivos empleados en el estudio



Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Proceso de elaboración

Etapas del proceso para la obtención de ajo negro:

Etapa 1: Selección y Clasificación

Se verificó que las cabezas de ajo estén en buenas condiciones, libres de posibles patologías, estas tuvieron una textura uniforme y buena apariencia.

Etapa 2: Lavado

El lavado se realizó por inmersión en una solución de agua clorada de 100 ppm; durante 1 a 2 minutos y luego se escurrieron por 10 minutos aproximadamente.

Etapa 3: Pelado

Las cabezas de ajo seleccionadas para el análisis fueron colocadas en un recipiente metálico dentro de ella se realizó el pelado de forma manual, cuidando de no eliminar en totalidad la cascara, se eliminó un aproximado del 90% de cascara de cada diente de ajo, además de la eliminación total de las raíces.

Etapa 4: Deshidratación Osmótica

Se sometieron los dientes de ajo a los tratamientos en diferentes soluciones (sal y bicarbonato de sodio) y concentraciones (10% y 20%), primero se acondiciono el agua a una temperatura de 40°C agregándole las diferentes soluciones, una vez disueltas se agregó la materia prima y se almaceno durante 15 horas se marcó los frascos de vidrio para diferenciar las muestras.

Etapa 5: Ecurrido

Se procedió a destapar los frascos y se colocó el producto en un colador buscando eliminar el exceso de agua.

Etapa 6: Acondicionamiento

Se cubrió con papel aluminio las muestras de los dientes de ajo, para luego colocarlos uniformemente en la olla de ajos negros.

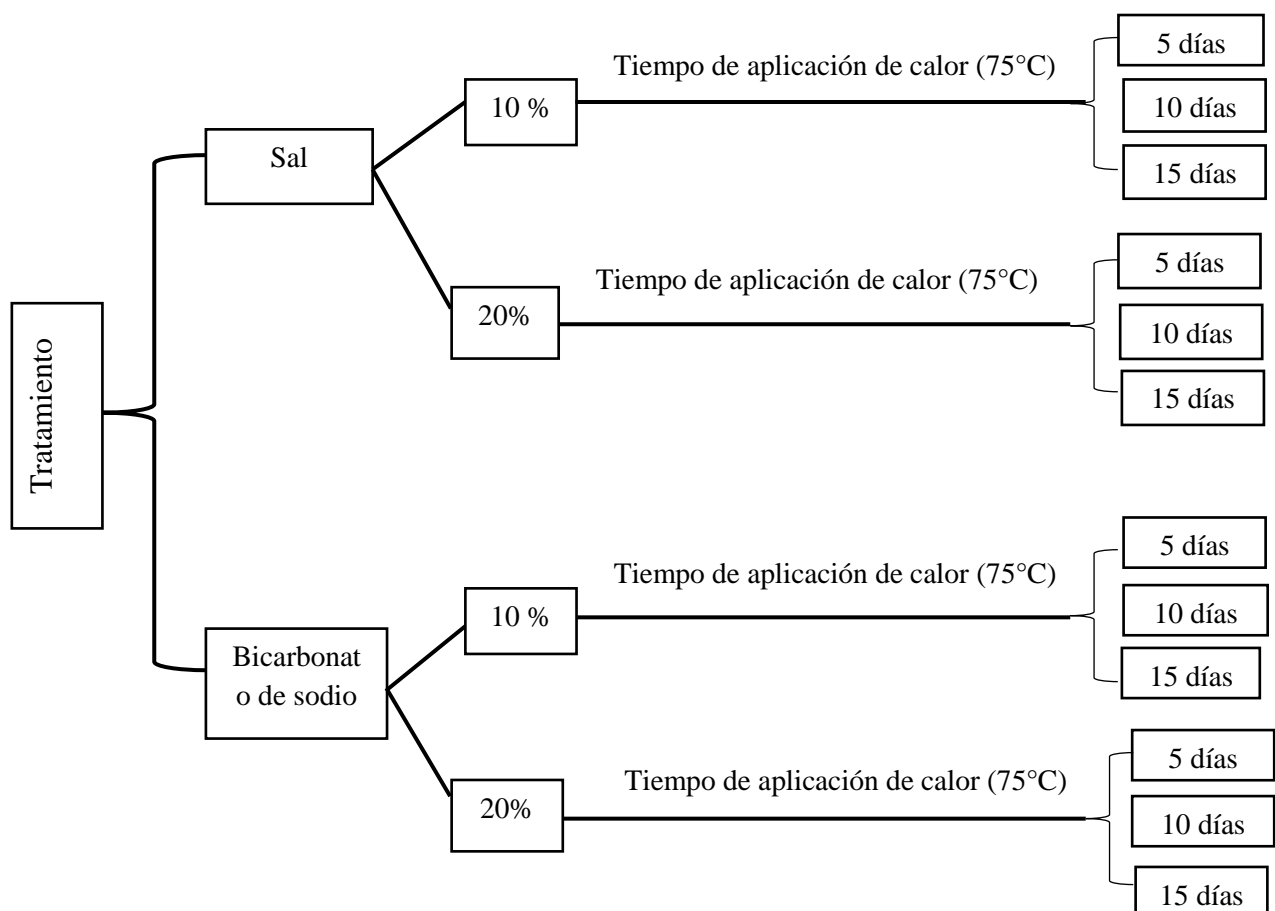
Etapa 7: Tratamiento de cocción

Se sometieron los dientes de ajo a una temperatura constante de 75°C (en la olla de ajos negros) y se realizó los controles durante 5,10 y 15 días.

3.2.4. Metodología para la obtención de ajo negro con los distintos aditivos.

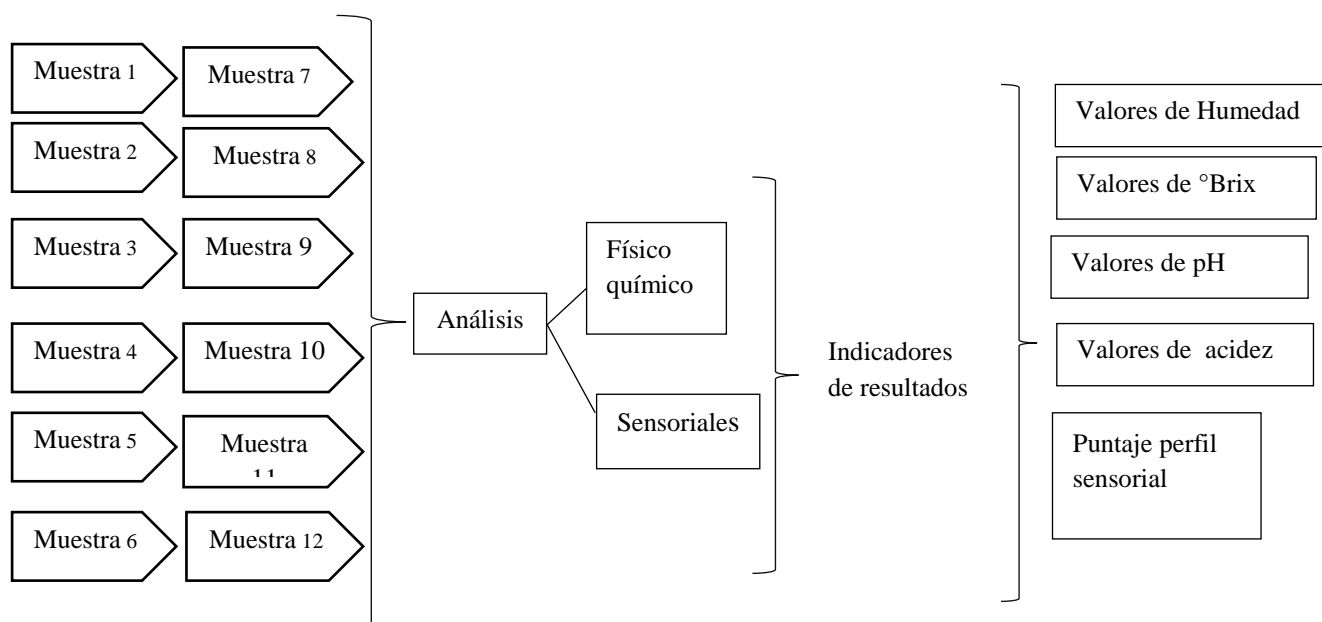
Se usaron muestras tanto con soluciones de sal como bicarbonato de sodio, para realizar los respectivos análisis y evaluaciones. Estas muestras fueron sometidas a tratamiento combinado.

La correcta aplicación de los tipos de tratamientos combinados (tipo de aditivo y cantidad de aditivo), al igual que el riguroso control de los tiempos de aplicación de temperatura; son factores determinantes en el tiempo de obtención del ajo negro. En los siguientes párrafos se describe a detalle la metodología que se empleó para el desarrollo de cada estrategia considerada en la investigación.



Esquema 1. Modelo del Plan de desarrollo. A partir de la variación de aditivos (sal y o bicarbonato de sodio), cantidad de soluto de los mismos y 3 tiempos de aplicación de calor.
Fuente: Elaboración propia

El esquema 1 se complementará junto al esquema 2 mediante las respuestas obtenidas de cada Tratamiento para la obtención de ajo negro.



Esquema 2. Modelo del Plan de evaluación de las muestra para la obtención de ajo negro.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4.1. Tratamiento combinado 1: Solución de sal

Para este tipo de tratamiento se empleó dos cantidades diferentes de sal que representaron el 10 y 20 % de la solución respectivamente. Cuando la temperatura del agua marcó 40°C se le adicionó el 10% de sal al agua, formando una de las soluciones, lo mismo sucedió con la muestra del 20%. Luego se agregó los dientes de ajos. Estas muestras se colocaron en frascos de vidrio se taparon y colocaron boca abajo a temperatura ambiente (22°C) durante 15 horas. Para luego con ayuda de un colador retirar el exceso de líquido, las muestras se colocaron en papel platino y se sometieron a una temperatura de 75°C.

Tabla 3. 1. : Fases del tratamiento 1 –Solución sal

Tratamiento	1: Deshidratación osmótica	2: Aplicación de calor
Solución (sal)	Solución I (10%) Solución II (20 %) 22 °C t =15 Horas	Olla de ajos negros (75 °C) Tiempo = 5, 10 y 15 días

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4.2.Tratamiento 2: Solución de Bicarbonato de Sodio

Para el tratamiento 2, se hizo uso de las soluciones de bicarbonato de sodio en concentraciones de 10 y 20% respectivamente. Cuando la temperatura del agua marcó 40°C se le adicionó el 10% y o 20% de bicarbonato de sodio. Luego se sometieron los dientes de ajo a estas soluciones. Estas muestras se colocaron en frascos de vidrio que se posicionaron boca abajo y sometieron a temperatura ambiente 22°C durante 15 horas buscando se dé la deshidratación osmótica. Trascurrido este tiempo con ayuda de un colador se retiró el exceso de líquido, las muestras se colocaron en papel platino y se sometieron a una temperatura de 75°C.

Tabla 3. 2. : Fases del tratamiento 2 –Solución Bicarbonato de sodio

Tratamiento	1: Deshidratación osmótica	2: Aplicación de calor
Solución (bicarbonato de sodio)	Solución I (10%) Solución II (20 %) 22 °C t =15 Horas	Olla de ajos negros (75 °C) Tiempo = 5, 10 y 15 días

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. Análisis y control del desarrollo de la reacción de Maillard (oscurecimiento del ajo)

Según Toledano (2017), el ajo negro difiere del ajo fresco en su color oscuro, valores sólidos solubles más altos, pH más bajo y mayor concentración de polifenoles y capacidad antioxidante. Describe también el uso de Temperaturas constantes durante 15 días para la obtención de ajo negro.

Debido a que en esta investigación se usaran aditivos en diferentes concentraciones se analizará el progreso de la reacción de Maillard respecto al tiempo, esto mediante la observación del oscurecimiento del ajo respecto al tiempo el análisis fisicoquímico y la evaluación sensorial.

3.2.1.1. Análisis sensorial

La evaluación sensorial se realizó con pruebas afectivas, aplicando un test hedónico de 5 puntos (Anexo 1 y 2), se tomó en cuenta los aspectos de sabor, olor, textura y apariencia. Con la finalidad de obtener el ajo negro de mayor agrado y adicionalmente determinar si existen diferencias significativas entre las muestras evaluadas.

Para realizar este análisis se trabajó con un equipo de 15 jueces procedentes de la Universidad Nacional de Piura de la escuela profesional de ingeniería agroindustrial e industrias alimentarias.

3.2.1.2. Análisis Fisicoquímico

- **Determinación de Humedad:** Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 y un 95% en los alimentos naturales. En los tejidos vegetales y animales, puede decirse que existe en dos formas generales: “agua libre” Y “agua ligada”. El agua libre o absorbida, que es la forma predominante, se liberó con gran facilidad. El agua ligada se halló combinada o absorbida. Se encuentra en los alimentos como agua de cristalización (en los hidratos) o ligada a las proteínas y a las moléculas de sacáridos y absorbida sobre la superficie de las partículas coloidales. (Hart, 1991).

Existen varios métodos por los cuales, la mayoría de las industrias de alimentos determinan la humedad, en este caso usaremos la termobalanza.

Determinación de ácidos

La acidez de una sustancia se puede determinar por métodos volumétricos, es decir, midiendo los volúmenes. Ésta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado y el colorante.

Cuando un ácido y una base reaccionan, se produce una reacción; reacción que se puede observar con un colorante. Un ejemplo de colorante, y el más común, es la fenoltaleína ($C_{20}H_{14}O_4$), que vira (cambia) de color a rosa cuando se encuentra presente una reacción ácido-base.

El agente titulante es una base, y el agente titulado es el ácido o la sustancia que contiene el ácido. Se emplea entonces la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Acidez} = \frac{V_b \times N \times \text{Milieq}}{V_a} \times 100$$

Dónde:

V_b : volumen en ml, gastado por la base.

N : normalidad de la base.

Milieq: mili equivalente del ácido predominante en la muestra ácida.

V_a : volumen del ácido.

Los agentes titulantes a emplear varían según el ácido a determinar; en nuestro caso el ácido predominante en el ajo es el **ácido cítrico** por lo cual usaremos el hidróxido de sodio (NaOH) y para los cálculos consideramos el factor de acidez de ácido cítrico 0.064.

- **Determinación de pH**

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ión hidrógeno.

También se puede medir de forma aproximada el pH de una disolución empleando indicadores, ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH. Generalmente se emplea papel indicador, que se trata de papel impregnado de una mezcla de indicadores cualitativos para la determinación del pH. El papel de litmus o

papel tornasol es el indicador mejor conocido. Otros indicadores usuales son la fenolftaleína y el naranja de metilo. (Sandoval, 2009)

- **Determinación de Brix**

Los grados Brix se midieron con un refractómetro. El principio de medición se basa en la refracción de la luz (roto del latín: fractus) creada por la naturaleza y la concentración de los solutos (por ejemplo el azúcar). Es por esto que un refractómetro mide indirectamente la densidad de los líquidos. (NMX F, 1965)

La escala Brix se utiliza en el sector de alimentos, para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, vino o bebidas suaves, y en la industria del azúcar. Diversos países utilizan las tres escalas en diversas industrias.

Para los zumos de fruta, un grado Brix indica cerca de 1-2 % de azúcar por peso. Ya que los grados Brix se relacionan con la concentración de los sólidos disueltos (sobre todo sacarosa) en un líquido, tienen que ver con la gravedad específica del líquido. La gravedad específica de las soluciones de la sacarosa también puede medirse con un refractómetro.

Metodología para determinar los grados Brix

Para efectuar una medición se agregó al prisma una pequeña gota de zumo utilizando una pipeta o, con muestras altamente viscosas, utilizando una espátula. Observando a través de ocular del dispositivo se puede leer los grados Brix. Al comienzo de cada serie de mediciones, se recomienda realizar una medición de control con agua.

3.3. Técnicas e instrumentos

Técnicas de muestreo: Compuesto, dado que se tomó varias muestras y se analizó en distintos momentos, cada uno en recipientes individuales.

Técnicas de recolección de datos: Los datos fueron recogidos por el investigador mediante resultados de laboratorio.

Instrumento de recolección de datos: los datos fueron obtenidos por medio de pruebas hedónicas.

Diseño experimental

Se hizo uso del diseño experimental trifactorial (BCA), el modelo para este tipo de diseño es:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

Dónde:

Y_{ijkl} : Es la i -ésima observación

μ : Media poblacional – efecto promedio global

τ_i : efecto del nivel i -ésimo del factor tipo de aditivo.

β_j : Efecto del nivel j -ésimo del factor cantidad de aditivo.

γ_k Efecto del nivel k -ésimo del factor tiempo de aplicación.

$(\tau\beta)_{ij}$: efecto de la interacción entre factores τ_i y β_j

$(\tau\gamma)_{ik}$: efecto de la interacción entre factores τ_i y γ_k

$(\beta\gamma)_{jk}$: efecto de la interacción entre factores β_j y γ_k

ϵ_{ijkl} : Error experimental.

i : Tipo de tratamiento aditivos (sal – bicarbonato de sodio)

j : las cantidades de aplicación de cada aditivo (10 % y 20 %)

k : tiempo de aplicación de cada aditivo (5 días, 10 días y 15 días)

l : número de repeticiones

$$A = \begin{cases} \text{Sal} \\ \text{Bicarbonato} \end{cases}$$

$$B = \begin{cases} 10\% \\ 20\% \end{cases}$$

$$C = \begin{cases} 5 \text{ días} \\ 10 \text{ días} \\ 15 \text{ días} \end{cases}$$

Factores y niveles de la investigación

En la investigación se tuvieron en cuenta los siguientes factores y niveles identificados por las variables independientes del estudio.

Tabla 3. 3. : Niveles considerados en el estudio

Factores	Niveles	Claves
Tipo de aditivo	Sal	S1
	Bicarbonato de sodio	S2
Cantidad de aditivo	10%	C1
	20%	C2
Tiempo de aplicación	5 días	T1
	10 días	T2
	15 días	T3

Fuente: Elaboración propia

Debido a que se seleccionó un diseño experimental trifactorial las combinaciones resultantes fueron 12. Fact 2x2x3.

- La combinación S1C1T1: Tratamiento de 10% de sal con un tiempo de 5 días.
- La combinación S1C1T2: Tratamiento de 10% de sal con un tiempo de 10 días.
- La combinación S1C1T3: Tratamiento de 10% de sal con un tiempo de 15 días.
- La combinación S1C2T1: Tratamiento de 20% de sal con un tiempo de 5 días.

- La combinación S1C2T2: Tratamiento de 20% de sal con un tiempo de 10 días.
- La combinación S1C2T3: Tratamiento de 20% de sal con un tiempo de 15 días.
- La combinación S2C1T1: Tratamiento de 10% de bicarbonato con un tiempo de 5 días.
- La combinación S2C1T2: Tratamiento de 10% de bicarbonato con un tiempo de 10 días.
- La combinación S2C1T3: Tratamiento de 10% de bicarbonato con un tiempo de 15 días.
- La combinación S2C2T1: Tratamiento de 20% de bicarbonato con un tiempo de 5 días.
- La combinación S2C2T2: Tratamiento de 20% de bicarbonato con un tiempo de 10 días.
- La combinación S2C2T3: Tratamiento de 20% de bicarbonato con un tiempo de 15 días.

Análisis estadístico

Se utilizó la prueba del ANOVA para establecer el efecto de las variables sal y bicarbonato de sodio en la producción de ajo, el cálculo estadístico del ANOVA y la prueba DUNCAN se realizaron con el software estadístico SPSS.

Para el análisis sensorial se tomaron las variables sabor, olor, textura y apariencia. La escala de evaluación contempla cinco niveles, del 1 al 5, siendo el 1 el mejor evaluado. En la prueba participaron 15 jueces. El procedimiento estadístico consistió en calcular la media de cada variable, luego se ordenaron esas medias de menor a mayor, enseguida se calculó la diferencia entre los datos de las marcas cuyas medias estaban consecutivas, para probar la hipótesis nula de que la diferencia es cero.

Con el proceso descrito se permitió la formación de grupos de medias, teniendo un resultado similar a la prueba de Duncan.

3.4.Aspectos éticos

- **Honestidad**

Como aspecto ético en esta investigación, hace referencia a ser reales con los resultados y honestos con las fuentes a usar citando toda aquella información que no nos pertenezca.

- **Responsabilidad social**

La necesidad por dar un valor agregado al ajo en el Perú, sumado a la búsqueda de un tratamiento que logre reducir el tiempo de obtención de ajo negro hace que los resultados de esta investigación generen un impacto positivo en la población productora de ajo fresco así como de los empresarios, buscando generar mayor demanda de este producto y por consiguiente mayores puestos de trabajo e ingreso económicos para los involucrados mejorando su calidad de vida.

- **Responsabilidad con la salud publica**

Es pilar fundamental de todo profesionales que al trabajar con alimentos busquemos resguardar la integridad de la salud pública, en esta investigación buscamos reducir el tiempo de producción de ajo negro mediante el uso de dos aditivos, nuestra responsabilidad como profesionales es usar aditivos que no generen toxicad, realizar buenas prácticas de manufactura además de brindar información obtenida sobre dicho proceso.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

Resultados del análisis físico químico

Tabla 4. 1. : Resultados de materia prima

	HUMEDAD	ACIDEZ	pH	GRADOS BRIX
MUESTRA 01	61.31%	0.716	5.2	33° Brix
MUESTRA 02	61.13%	0.512	5.5	40°Brix
MUESTRA 03	62.11%	0.576	5.0	34°Brix

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados son muestra de tres replicas que se le realizo a la materia prima sin proceso alguno.

Tabla 4. 2. : Resultados de muestras después de 15 horas expuestos a aditivos:

	HUMEDAD	ACIDEZ	pH	GRADOS BRIX
10% Bicarbonato de sodio	62.3%	0.448	6.4	33°Brix
20% Bicarbonato de sodio	62.60%	0.448	6.6	42°Brix
10% Sal	50.39%	0.32	6.21	40°Brix
20 % Sal	51.78%	0.32	6.08	33°Brix

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados son muestra promedio de 3 réplicas que se le hizo a cada muestra con diferentes concentraciones y soluciones después de haber sido expuestas durante 15 horas.

LEYENDA DE TRATAMIENTOS:

T1 – 10% sal

T2 – 20% sal

T3 – 10% bicarbonato de sodio

T4 - 20% bicarbonato de sodio

FORMULA PARA DETERMINAR LA ACIDEZ:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(V \text{ NaOH en ml}) \times N (\text{NaOH}) \times (mq. \text{Acido})}{(\text{Jugo usado en ml})} \times 100$$

Dónde:

V: volumen en ml, gastado por la base NaOH.

N: normalidad de la base NaOH (1)

Milieg: mili equivalente del ácido cítrico (0.064)

Va: 0.1 ml volumen del ácido o jugo gastado.

Tabla 4. 3. : Resultados de muestras después 5 días

	HUMEDAD	ACIDEZ	pH	GRADOS BRUX
T1	51.25%	1.865	4.83	38°Brix
T3	54.18%	1.92	5.09	43°Brix
T2	50.10%	1.152	4.79	40°Brix
T4	47.72%	0.576	5.4	36°Brix
T4	46.73%	0.64	5.67	35°Brix
T2	47.17%	1.28	4.91	39°Brix
T3	53.38%	1.856	5.06	36°Brix
T1	47.62%	1.28	4.86	34°Brix
T3	50.69%	2.176	5.07	37°Brix
T4	59.11%	0.576	5.3	50°Brix
T1	50.56%	1.6	4.80	39°Brix
T2	49.58%	1.216	4.85	43°Brix

Fuente: Elaboración propia

Este cuadro nos muestra de forma aleatoria los diferentes resultados de los tratamientos T1,T2 ,T3 Y T4 Que se obtuvieron después de 5 días de exposición de las muestras y replicas a una temperatura de 75°C

Tabla 4. 4. : Resultados de muestras después 10 días

	HUMEDAD	ACIDEZ	pH	GRADOS BRIX
T3	50.98%	1.472	4.38	38°Brix
T4	43.61%	1.92	4.78	42°Brix
T2	42.62%	2.112	4.28	52°Brix
T1	46.20%	1.792	4.21	48°Brix
T2	43.83%	1.92	4.29	47°Brix
T1	39.24%	1.16	4.20	51°Brix
T4	40.39%	1.856	4.68	43°Brix
T3	40.70%	1.536	4.43	41°Brix
T1	37.34%	1.856	4.21	52°Brix
T4	44.55%	1.92	4.59	48°Brix
T3	43.20%	1.664	4.39	51°Brix
T2	38.21%	1.984	4.27	52°Brix

Fuente: Elaboración propia

Este cuadro nos muestra de forma aleatoria los diferentes resultados de los tratamientos T1,T2 ,T3 Y T4 Que se obtuvieron después de 10 días de exposición de las muestras y replicas a una temperatura de 75°C

Tabla 4. 5. : Resultados de muestras después 15 días

	HUMEDAD	ACIDEZ	pH	GRADOS BRIX
T4	16.64%	3.84	3.80	58°Brix
T1	12.89%	3.84	3.63	53°Brix
T2	6.78%	2.56	3.85	53°Brix
T3	15.51%	3.2	3.63	40°Brix
T2	7.64%	1.92	3.62	45°Brix
T3	19.04%	2.56	6.64	54°Brix
T1	10.53%	3.2	3.70	54°Brix
T4	14.84%	3.2	3.72	56°Brix
T1	12.61%	3.84	4.21	51°Brix
T4	18.84%	3.84	3.75	47°Brix
T3	8.05%	2.56	3.60	39°Brix
T2	5.94%	1.92	3.51	52°Brix

Fuente: Elaboración propia

Este cuadro nos muestra de forma aleatoria los diferentes resultados de los tratamientos T1,T2 ,T3 Y T4 Que se obtuvieron después de 10 días de exposición de las muestras y replicas a una temperatura de 75°C

Tabla 4. 6. : Anova para la Humedad

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Humedad					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bloque	23,080	2	11,540	0,625	0,544
Tiempo	10888,987	2	5444,493	294,903	0,000
Aditivo	56,244	3	18,748	1,015	0,405
Tiempo * Aditivo	179,196	6	29,866	1,618	0,189
Error	406,164	22	18,462		
Total	58730,959	36			

Fuente: Elaboración propia

(*) Significancia al 5%

(**) Altamente significativo, tanto para el 1% como para el 5%

Según el análisis de varianza para la humedad se encontró que el efecto del factor tiempo sobre el grado de humedad promedio en la elaboración del ajo negro en los diferentes niveles de tiempo presenta una diferencia altamente significativa, mientras que para el factor aditivo sal como bicarbonato de sodio no presenta diferencia significativa.

Tabla 4. 7. : Duncan para tiempo

	Tiempo	N	Subconjunto		
			1	2	3
Duncan	15 días	12	12,4425		
	10 días	12		42,5683	
	5 días	12			53,5908

Fuente: Elaboración propia

La prueba Duncan indica que la media del tiempo a los 5 días, 10 días y 15 días no son iguales, esto quiere decir que existe diferencia significativa.

Tabla 4. 8. : Duncan para aditivo

Humedad			
Duncan	Aditivo	N	Subconjunto
			1
	20% sal	9	34,0967
	10 %sal	9	36,4711
	20% bicarbonato de sodio	9	36,9311
	10% bicarbonato de sodio	9	37,3033

Fuente: Elaboración propia

Para un alfa del 0,05 la prueba Duncan declara como no significativos ninguno de los contrastes; esto quiere decir que la media del aditivo sal y del aditivo bicarbonato de sodio en sus diferentes niveles son iguales, sin embargo el aditivo bicarbonato de sodio a un nivel de 10% tuvo un promedio mayor siendo este de 37,3033.

Tabla 4. 9. : Anova para el pH

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Ph					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bloque	0,559	2	0,279	1,040	0,370
Tiempo	7,124	2	3,562	13,262	0,000
Aditivo	1,370	3	0,457	1,700	0,196
Tiempo * Aditivo	1,539	6	0,257	0,955	0,477
Error	5,908	22	0,269		
Total	736,528	36			

Fuente: Elaboración propia

(*) Significancia al 5%

(**) Altamente significativo, tanto para el 1% como para el 5%

Según el análisis de varianza para el pH se encontró que el efecto del factor tiempo sobre el grado de pH promedio en la elaboración del ajo negro en los diferentes niveles de tiempo presenta una

diferencia altamente significativa, mientras que para el factor aditivo sal como bicarbonato no presenta diferencia significativa.

Tabla 4. 10. : Duncan para tiempo

pH				
Duncan	Tiempo	N	Subconjunto	
			1	2
	15 días	12	3,9717	
	10 días	12	4,3925	
	5 días	12		5,0525

Fuente: Elaboración propia

La prueba Duncan indica que la media del tiempo a los 15 días y 10 días son iguales, mientras que a los 5 días es diferente con un promedio de **5,0525**, esto quiere decir que las medias son estadísticamente significativas.

Tabla 4. 11. : Duncan para aditivo

pH			
Duncan	Aditivo	N	Subconjunto
			1
	20 %sal	9	4,2633
	10 %sal	9	4,2944
	20% bicarbonato de sodio	9	4,6322
	10% bicarbonato de sodio	9	4,6989

Fuente: Elaboración propia

Para un alfa del 0,05 la prueba Duncan declara como no significativos ninguno de los contrastes; esto quiere decir que la media del aditivo sal y del aditivo bicarbonato de sodio en sus diferentes niveles son iguales, sin embargo el aditivo bicarbonato de sodio a un nivel de 10% tuvo un promedio mayor siendo este de 4,6989.

Tabla 4. 12. : Anova para la acidez

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Acidez					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bloque	,652	2	0,326	7,059	0,004
Tiempo	18,698	2	9,349	202,297	0,000
Aditivo	1,097	3	0,366	7,915	0,001
Tiempo * Aditivo	7,202	6	1,200	25,975	0,000
Error	1,017	22	0,046		
Total	179,993	36			

Fuente: Elaboración propia

(*) Significancia al 5%

(**) Altamente significativo, tanto para el 1% como para el 5%

Según el análisis de varianza para la acidez se encontró que el efecto del factor tiempo sobre el grado de acidez promedio en la elaboración del ajo negro en los diferentes niveles de tiempo presenta una diferencia altamente significativa, lo mismo se muestra para el factor aditivo sal como bicarbonato de sodio.

Tabla 4. 13. : Duncan para tiempo

Acidez					
Duncan	Tiempo	N	Subconjunto		
			1	2	3
	5 días	12	1,3448		
	10 días	12		1,7660	
	15 días	12			3,0400

Fuente: Elaboración propia

La prueba Duncan indica que la media del tiempo a los 5 días, 10 días y 15 días no son iguales, esto quiere decir que existe diferencia significativa.

Tabla 4. 14. : Duncan para aditivo

Acidez					
Duncan	Aditivo	N	Subconjunto		
			1	2	3
	20% sal	9	1,7849		
	20% bicarbonato de sodio	9		2,0409	
	10% bicarbonato de sodio	9		2,1049	2,1049
	10% sal	9			2,2703

Fuente: Elaboración propia

Para un alfa del 0,05 la prueba Duncan declara como no significativos ninguno de los contrastes; esto quiere decir que la media del aditivo sal y del aditivo bicarbonato de sodio en sus diferentes niveles son iguales, sin embargo el aditivo sal a un nivel de 20% tuvo un promedio de 1,7849.

Tabla 4. 15. : Anova para los grados Brix

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Grados Brix					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bloque	30,889	2	15,444	0,616	0,549
Tiempo	772,722	2	386,361	15,405	0,000
Aditivo	139,194	3	46,398	1,850	0,168
Tiempo * Aditivo	172,389	6	28,731	1,146	0,370
Error	551,778	22	25,081		
Total	76105,000	36			

Fuente: Elaboración propia

(*) Significancia al 5%

(**) Altamente significativo, tanto para el 1% como para el 5%

Según el análisis de varianza para los grados brix se encontró que el efecto del factor tiempo sobre los grados brix promedio en la elaboración del ajo negro en los diferentes niveles de tiempo

presenta una diferencia altamente significativa, mientras que para el factor aditivo sal como bicarbonato de sodio no existe diferencia significativa.

Tabla 4. 16. : Duncan para tiempo

Grados Brix				
Duncan	Tiempo	N	Subconjunto	
			1	2
	5 días	12	39,1667	
	10 días	12		47,0833
	15 días	12		50,1667

Fuente: Elaboración propia

La prueba Duncan indica que la media del tiempo a los 10 días y 15 días son iguales, mientras que a los 5 días es diferente con un promedio de **39,1667**, esto quiere decir que las medias son estadísticamente significativas.

Tabla 4. 17. : Duncan para aditivo

Grados Brix			
Duncan	Aditivo	N	Subconjunto
			1
	10% bicarbonato de sodio	9	42,1111
	20% bicarbonato de sodio	9	46,1111
	10% sal	9	46,6667
	20% sal	9	47,0000

Fuente: Elaboración propia

Para un alfa del 0,05 la prueba Duncan declara como no significativos ninguno de los contrastes; esto quiere decir que la media del aditivo sal y del aditivo bicarbonato en sus diferentes niveles son iguales, sin embargo el aditivo sal a un nivel del 20% tuvo un promedio mayor siendo este de 47,000.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Las variables que se evaluaron fueron: sabor, olor, textura y apariencia

Tabla 4. 18. : Evaluación sensorial para analizar el mejor aditivo y el mejor tiempo

	5 días				10 días				15 días			
	Sabor	Olor	Textura	Apariencia	Sabor	Olor	Textura	Apariencia	Sabor	Olor	Textura	Apariencia
10% de sal	2,80	3,53	2,87	3,00	1,60	2,53	1,83	2,00	1,80	2,33	2,93	2,60
20% de sal	3,27	4,13	3,07	3,13	1,80	2,47	2,13	2,07	1,80	2,07	3,13	2,60
10% bicarbonato	2,80	3,60	3,00	3,07	2,33	2,13	2,33	2,13	2,00	2,13	2,73	2,33
20% bicarbonato	2,87	3,53	2,87	3,13	2,13	2,80	2,00	2,07	2,13	2,27	2,87	2,27

Fuente: Elaboración propia

En la figura se puede observar que en cuanto al sabor, el mejor sabor se obtiene a los 10 días con un 10% de sal, obteniéndose un promedio de 1,60; seguido del sabor a los 10 días y 15 días con un 20% de sal, obteniendo un promedio de 1,80.

En cuanto al olor, el olor más agradable con un promedio de 2,07 se obtuvo a los 15 días con un 20% de sal; seguido del olor a los 10 días con 10% de bicarbonato.

En cuanto a la variable textura la mejor textura tuvo un promedio de 1,83 y fue a los 10 días con un 10% de sal.

Finalmente en cuanto a la apariencia, la mejor apariencia se obtuvo a los 10 días con un 10% de sal, obteniéndose un promedio de 2,00%

Tabla 4. 19. : Sabor con 10% de sal

Estadísticos				
		Sabor 5 días	Sabor 10 días	Sabor 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		2,80	1,60	1,80

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 10 días, se obtiene una media con valor 1.60, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 20. : Olor con 10% de sal

Estadísticos				
		Olor 5 días	Olor 10 días	Olor 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		3,53	2,53	2,33

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 15 días, se obtiene una media con valor 2.33, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 21. : Textura con 10% de sal

Estadísticos				
		Textura 5 días	Textura 10 días	Textura 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		2,87	2,00	2,93

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 10 días, se obtiene una media con valor 2.00, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 22. : Apariencia con 10% de sal

Estadísticos				
		Apariencia 5 días	Apariencia 10 días	Apariencia 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		3,00	2,00	2,60

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 10 días, se obtiene una media con valor 2.00, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 23. : Sabor con 20% de sal

Estadísticos				
		Sabor días 5	Sabor 10 días	Sabor 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		3,27	1,80	1,80

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 10 y 15 días, se obtiene una media con valor 1,80, valores inferior en comparación con la evaluación de 5 días, lo que nos representa mayor aceptación tanto para 10 y 15 días.

Tabla 4. 24. : Olor con 20% de sal

Estadísticos				
		Olor 5 días	Olor 10 días	Olor 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		4,13	2,47	2,07

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 15 días, se obtiene una media con valor 2.07, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 25. : Textura con 20% de sal

Estadísticos				
		Textura 5 días	Textura 10 días	Textura 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		3,07	2,13	3,13

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 10 días, se obtiene una media con valor 2.13, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 26. : Apariencia con 20% de sal

Estadísticos				
		Apariencia 5 días	Apariencia 10 días	Apariencia 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		3,13	2,07	2,60

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 10 días, se obtiene una media con valor 2.07, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 27. : Sabor con 10% de bicarbonato de sodio

Estadísticos				
		Sabor 5 días	Sabor 10 días	Sabor 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		2,80	2,33	2,00

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 15 días, se obtiene una media con valor 2.00, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 28. : Olor con 10% de bicarbonato de sodio

Estadísticos				
		Olor 5 días	Olor 10 días	Olor 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		3,60	2,13	2,13

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 10 y 15 días, se obtiene una media con valor 2.13, valores inferior en comparación con 5 días lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 29. : Textura con 10% de bicarbonato de sodio

Estadísticos				
		Textura 5 días	Textura 10 días	Textura 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		3,00	2,33	2,73

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 10 días, se obtiene una media con valor 2.33, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 30. : Apariencia con 10% de bicarbonato de sodio

Estadísticos				
		Apariencia 5 días	Apariencia 10 días	Apariencia 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		3,07	2,13	2,33

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 10 días, se obtiene una media con valor 2.13, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 31. : Sabor con 20% de bicarbonato de sodio

Estadísticos				
		Sabor 5 días	Sabor 10 días	Sabor 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		2,87	2,13	2,13

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 10 y 15 días, se obtiene una media con valor 2.13, valores inferior en comparación con los 5 días transcurridos, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 32. : Olor con 20% de bicarbonato de sodio

Estadísticos				
		Olor 5 días	Olor 10 días	Olor 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		3,53	2,80	2,27

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 15 días, se obtiene una media con valor 2.27, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 33. : Textura con 20% de bicarbonato de sodio

Estadísticos				
		Textura 5 días	Textura 10 días	Textura 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		2,87	2,00	2,87

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 10 días, se obtiene una media con valor 2.00, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

Tabla 4. 34. : Apariencia con 20% de bicarbonato de sodio

Estadísticos				
		Apariencia 5 días	Apariencia 10 días	Apariencia 15 días
N	Válido	15	15	15
Media		3,13	2,07	2,27

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar transcurridos los 10 días, se obtiene una media con valor 2.07, valor inferior en comparación con los demás, lo que nos representa mayor aceptación.

4.2. Discusión de Resultados

Para la humedad se encontró que el efecto del factor tiempo sobre el grado de humedad promedio en la elaboración del ajo negro en los diferentes niveles de tiempo presenta una diferencia altamente significativa, esto quiere decir que hay variación de humedad.

Para el pH se encontró que el efecto del factor tiempo sobre el grado de pH promedio en la elaboración del ajo negro en los diferentes niveles de tiempo también presenta una diferencia altamente significativa, lo mismo ocurre para la acidez y los grados brix se encontró que el efecto del factor tiempo sobre los grados brix promedio en la elaboración del ajo negro en los diferentes niveles de tiempo presenta una diferencia altamente significativa. Lo que se relaciona con los resultados presentados por Toledano (2017).

El ajo negro difiere del ajo blanco fresco en valores sólidos solubles más altos, pH más bajo y mayor concentración de polifenoles y capacidad antioxidante. Igualmente, en estos ensayos se evidenció que pequeñas variaciones de temperatura en el proceso (72, 75 a 78 °C) influyen en la velocidad de cambio.

Según Ludeña (2012), mayor será la intensidad de reacción de Maillard, cuando el contenido de sustratos sea altos, como el caso de carbohidratos y aminoácidos, además los carbohidratos sometidos a altas temperaturas (110°C) generan Acrilamida.

En el caso de la producción de ajo negro, si es bien el ajo blanco fresco cuenta con 24,3 de carbohidratos, la exposición de este para obtener ajo negro es de 75 °C.

En el análisis hedónico se puede observar que en cuanto al sabor, el mejor sabor se obtiene a los 10 días con un 10% de sal, obteniéndose un promedio de 1,60; seguido del sabor a los 10 días y 15 días con un 20% de sal, obteniendo un promedio de 1,80.

En cuanto al olor, el olor más agradable con un promedio de 2,07 se obtuvo a los 15 días con un 20% de sal; seguido del olor a los 10 días con 10% de bicarbonato.

En cuanto a la variable textura la mejor textura tuvo un promedio de 1,83 y fue a los 10 días con un 10% de sal.

Finalmente en cuanto a la apariencia, la mejor apariencia se obtuvo a los 10 días con un 10% de sal, obteniéndose un promedio de 2 %.

CONCLUSIONES

- Para la producción de ajo negro el uso de aditivos si influye en el tiempo de producción de ajo negro teniendo la sal con mejor efecto que el bicarbonato a un tiempo de 10 días.
- La cantidad de sal o bicarbonato si influye en el tiempo de producción de ajo negro dado que la sal resulto ser mejor aditivo que el bicarbonato al usarse 10 % de esta y a un tiempo de 10 días.
- El análisis físicoquímico, nos muestra una disminución de la humedad, un pH más ácido , mayor concentración de sólidos solubles , todo esto con respecto al tiempo, se concluye que el aditivo que evoluciona con mayor rapidez respecto a estas características físicoquímicas ,es la sal .
- Al realizar un estudio de aceptabilidad para la producción de ajo negro, en donde se estudió el sabor, olor, textura y apariencia; el mejor sabor se obtiene a los 10 días con un 10% de sal, el olor más agradable se obtuvo a los 15 días con un 20% de sal, la mejor textura fue a los 10 días con un 10% de sal y la mejor apariencia se obtuvo a los 10 días con un 10% de sal

RECOMENDACIONES

- Se debería realizar más investigaciones del ajo negro, con el fin de dar valor agregado y así dar mayores alternativas de consumo.
- Capacitar a los productores de ajo, en la transformación de materias primas con el fin de añadir valor a su producción para abarcar otros mercados.
- Se debería realizar investigación respecto a la cantidad de antioxidantes presentes en ajo negro tratado con aditivos.
- Promover una cultura de innovación respecto a los productos que les damos valor agregado.
- Se debería promover el uso de energías Limpias y amigables con el medio ambiente en esta industria del ajo negro.
- Realizar un estudio de mercado del ajo negro a nivel nacional e internacional.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aleaga Figueroa , J. (2018). " Creación de una línea de productos basada en la implementación del ajo negro".
- Andrés, A., Cava, R., Ventanas, J., & Muriel, E. y. (2004). "Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured hams with different salt contents and processing conditions". Food Chemistry, 375-381.
- Armenteros Cuesta , M. (2010). "Reducción del sodio en lomo y jamon curados. Efecto sobre la proteolisis y las características sensoriales". Valencia.
- Banerjee, S., & Mukherjee, P. y. (2003). "Garlic as an antioxidant: The good, the bad and the ugly".
- Bayan, L., & Koulivand, P. y. (2014). "Garlic: a review of potential effects". Avicena Journal of Phytomedicine, 114.
- Bjornsson. (2000). " Groundfish Forum". Madrid.
- Borek. (2006). "Garlic reduces dementia and heart-disease risk".
- C.S, J. (1999). Analytical Chemistry of Foods. New York : Second Edition, ASPEN Publishers.
- Calderón, P. (2015). "Evaluación del proceso de obtención de ajo negro a partir de distintas variedades de ajo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo". Ecuador.
- Cao, G., & Sofic, E. y. (1996). "Antioxidant capacity of tea and common vegetables". Journal Agriculture Food Chemistry, 426-3431.
- Crozier, A. (2000). "Antioxidant flavonols from fruits, vegetables and beverages: measurements and bioavailability". Biological Research, 79-88.
- Dávila Sánchez, C. (2016). Aditivos químicos en nuestro menú diario
- Espinoza Cáceres, F., & Ríos Ríos, E. y. (2010). "Determinación de fenoles totales, fructanos y pungencia en seis cultivares de ajos (*Allium sativum* L.) en el Perú.". Revista Sociedad Química del Perú, 101-109.
- F, N. (1965). Norma Oficial de Método de Prueba para la Determinación de "Grados Brix".

- F., H. (1991). *Análisis moderno de los alimentos*. Acribia. Zaragoza (España).
- Filsinger, R., & Fritz, M. (2004). "Estudio microbiológico de ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.) deshidratados". *Revista Argentina de Microbiología*, 139-144.
- Florencia Greco, B. (2011). "Estudio de procesos de deshidratación industrial de ajo con la finalidad de preservar alicina como principio bioactivo". Mendoza.
- Florencio Greco, M. (2011). "Estudio de procesos de deshidratación industrial del ajo con la finalidad de preservar la alicina como principio activo, Universidad Nacional de Cuyo". Mendoza, Argentina.
- Fritsche, B. (1964). "Der Zucker Salzhandel im 19 Jahrhundert ". *Dissertation Eigenverlag*, 132.
- García, A. (1998). "El ajo". Madrid: 2ª ed. Ed. MundiPrensa.
- Gilbert, P. y. (2005). "Salt and health: the CASH and BPA perspective". *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*, 62-69.
- González, A., & Ferrer, R. (2009). *Utilidad e inutilidad de la sal*. Barcelona.
- Guapulema Vences, M. (2013) "Proceso y elaboración de capsulas de ajo" Ecuador
- Guyton, A. (1997). "Tratado de fisiología médica". México: 9a ed. México, D.F: McGRAW-HILL, Interamericana.
- Hayley, S. (2018). *Propiedades físicas y químicas del bicarbonato de sodio*.
- He, F. y. (2003). "How far should salt intake be reduced?". *Hypertension*, 1093-1099.
- James, W., & Ralph, A. y. (1987). " The dominance of salt in manufactured food in the sodium intake of affluent societies". *Lancet*, 426-429.
- Japon Quintero, J. (1984). "El cultivo del ajo".
- Kilcast, D. y. (2007). "Sensory issues in reducing salt in food products. En: *Reducing Salt in Foods: Practical strategies*". CRC Press, Boca Ratón, 202-220.
- Kimura. (2016). "Black garlic: A critical review of its production, bioactivity, and application".
- KIRK, R. S., Sawyer, S., & Egan, H. (1996). "Composición y Análisis de Alimentos de Pearson". México : Segunda edición. Editorial CECSA. .
- Kurlanski, M. (2002). "Salt. A World History". London.

- Laszlo, P. (2001). "Salt: Grain of life. Columbia University Press". Nueva York, E.E.U.U.
- Ledezma, E. y. (2006). "El principal compuesto activo derivado del ajo (*Allium sativum*), un nuevo agente antifúngico". *Revista Iberoamericana de Micología*, 75-80.
- López Santander, M. (2018). "Diseño del Proceso Industrial para la obtención de alcohol a partir de *Eugenia Stipitata*". Riobamba-Ecuador
- Ludeña G, A. (2012). "Quantification of acrylamide and hydroxymethyl furfural in the compumption of algaunone in the city of Piura-Peru-Reserch Artice nursing primary care ISSN 2639474". Perú.
- Marin Gomez, A (2016) "Efectos del ajo sobre tension arterial". España.
- Martínez Valdez, A. E. (1997). "Elaboración de un manual de materia prima sólida usado en la industria Farmacéutica Salvadoreña y sus requisitos mínimos indispensables para su almacenamiento". San Salvador.
- Moyers. (1996). "History of garlic". *Garlic in Health, History and World Cuisine*, 567–588.
- Nollet, L. (1996). *Handbook of food analysis*. New York.
- OMS (2018). *Aditivos alimentarios organización mundial de la salud*
- Pastoriza de la Cueva, S. (2013). "Efecto de la ingesta de compuestos avansados de la reaccion de Maillard sobre el metabolismo gastrointestinal". Granada.
- Puig, P. (1984). "Sal y Alimentación: Un absurdo desbarajuste". Barcelona, España.: Ediciones.
- Rahman, K. (2003). "Garlic and aging: new insights into an old remedy. *Ageing Research*".
- Rahman, K. y. (2006). "Significance of garlic and its constituents in cancer and cardiovascular disease".
- Rahman, M. (2007). "Allicin and other functional active components in garlic: Health benefits and bioavailability". *Food Prop*, 245–268.
- Reddy, K. y. (1991). "Reducing the Sodium Content in Foods: A review". *Journal of Food Protection*, 138-150.
- Ricardo, S. B. (2009). *Bioquímica de alimentos*. Lambayeque.
- Rocati, A. (2013). ¿Qué es el ajo negro y qué tipos de ajo existen?

Shin, J., Choi, D., & Lee, S. y. (2008). "Antioxidant activity of black garlic (*Allium sativum*)". Food Sci. Nutr, 37, 965–971.

Toledano Medina, A. (2017). "optimización del proceso de elaboración y caracterización físico-químico y fisiológico del ajo negro". Palma del Rio- Cordova.

Zhang, X., Li, N., Liu, P., & Qiao, X. (2016). "Effects of temperature on the quality of black garlic". Food Agric, 2366–2372.

Zapata Montoya, J. (1999) Deshidratación osmótica de frutas y vegetales. Medellín

ANEXOS

Anexo 1

Prueba sensorial de escala hedónica de 5 Puntos- Para la recolección de datos. Producto: AJO NEGRO CON ADITIVOS SAL Y BICARBONATO DE SODIO .Análisis Sensorial: Aceptabilidad general.

Fecha: -----

Hora: -----

Pruebe por favor las muestras en el orden que se le dan, e indique su nivel de agrado con cada muestra, marcando el punto en la escala que mejor describe su sentir con el código de la muestra.

Escala	Código de muestra:-----			
	Sabor	Olor	Textura	Apariencia
Me gusta				
Me gusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta poco				
Me disgusta				

Observaciones: _____

Gracias.

Anexo 2

Ficha de escalas hedónicas para evaluación sensorial

Características	Descripción	Puntaje
SABOR	Me gusta	1
	Me gusta poco	2
	No me gusta ni me disgusta	3
	Me disgusta poco	4
	Me disgusta	5
OLOR	Me gusta	1
	Me gusta poco	2
	No me gusta ni me disgusta	3
	Me disgusta poco	4
	Me disgusta	5
TEXTURA	Me gusta	1
	Me gusta poco	2
	No me gusta ni me disgusta	3
	Me disgusta poco	4
	Me disgusta	5
APARIENCIA	Me gusta	1
	Me gusta poco	2
	No me gusta ni me disgusta	3

	Me disgusta poco	4
	Me disgusta	5

Fuente: Adapto de Anzaldúa & Morales (1994).

Anexo 3

Matriz de consistencia

Título: Efecto de la sal y el bicarbonato de sodio en el tiempo de producción del ajo negro Nombre del tesista: Rosalva Yosmara Pintado Alberca				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables/Indicadores	Metodología
General ¿Qué aditivo puede ser considerado como idóneo para la producción de ajo negro en el menor tiempo posible? Específicos -¿Cómo influye la cantidad de sal o bicarbonato de sodio en la obtención de ajo negro? -¿Cómo influye el uso de sal	General Evaluar el efecto de la sal y el bicarbonato de sodio en el tiempo de producción del ajo negro. Específicos - Evaluar si la cantidad de sal y o bicarbonato de sodio influyen en el tiempo de obtención de ajo negro. -Realizar y evaluar un	General Ha: la sal y el bicarbonato influyen significativamente en el tiempo de producción del ajo negro. Específicos Ha1: La cantidad de aditivo sal o bicarbonato influyen significativamente en el tiempo de producción de ajo negro.	Unidad de análisis Variable independiente Concentración de la sal y bicarbonato de sodio. Dimensiones -D1 -D2 -D3	Enfoque Cuantitativo Diseño Experimental Nivel Explicativo Tipo longitudinal Métodos:

<p>o bicarbonato de sodio en el tiempo producción de ajo negro en la aceptabilidad en general?</p> <p>-¿De qué manera influye el uso de sal o bicarbonato de sodio en las características fisicoquímicas en la producción de ajo negro del ajo negro?</p>	<p>estudio de aceptabilidad general mediante un análisis sensorial a las muestras de ajo negro después de haber sido procesadas con sal y o bicarbonato de sodio.</p> <p>- Determinar y evaluar las características fisicoquímicas de las muestras de ajo negro antes, durante y después del proceso para la obtención de ajo negro.</p>	<p>Ha2: El análisis sensorial muestra un alto nivel de aceptabilidad del ajo negro después de haber sido procesadas con sal y o bicarbonato.</p> <p>Ha3: El uso de sal o bicarbonato de sodio en la producción de ajo negro influye de forma significativa en las características fisicoquímicas consideradas en la investigación, experimentando variaciones en sus resultados.</p> <p>Justificación</p> <p>El uso del bicarbonato en alimento tiene influencia positiva, es así que debido a</p>	<p>Indicadores</p> <p>-Humedad</p> <p>-pH</p> <p>- Solidos solubles</p> <p>- grados brix</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Tiempo de Producción de ajo negro.</p> <p>Dimensiones</p> <p>-Eficacia</p> <p>-Eficiencia</p> <p>Indicadores</p> <p>-Cumplimiento del trabajo</p>	<p>-análisis fisicoquímico</p> <p>-proceso de elaboración</p> <p>-análisis sensorial</p> <p>Técnicas e instrumentos:</p> <p>De muestreo:</p> <p>Compuesto, dado que se toman varias muestras y se analizan en distintos momentos, cada uno en recipientes individuales.</p> <p>De recolección de datos:</p> <p>Los datos serán recogidos por el investigador mediante laboratorio.</p> <p>De procesamiento de datos:</p> <p>El procesamiento de datos se hará bajo el programa SPSS</p>
---	--	---	---	---

		<p>que este aditivo es una base, permite disminuir el pH (convirtiéndolo en más alcalino) y tener mejores resultados durante la reacción de Maillard.</p> <p>Analizando que aditivo daría mejores resultados si la sal o bicarbonato y en un tiempo óptimo para la producción de ajo negro, llevaría a obtener este producto de una manera más económica y siendo más rentable para las empresas productoras y más accesibles para los consumidores.</p> <p>Importancia</p> <p>El consumo de ajo negro, además de aportar crecimiento económico en las familias productoras, le</p>	<p>-(Tiempo de obtención de ajo negro)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilización de Equipo - Utilización de materiales - Mano de obra 	<p>Población:</p> <p>La población estará constituida por 15 personas a las cuales se les hará pruebas hedónicas.</p> <p>Muestra:</p> <p>La muestra estará constituida por la misma población dado que la población es pequeña y es representativa.</p>
--	--	--	---	--

		ofrece al consumidor prevenir la diabetes, hipertensión, hiperglicemia, etc.		
--	--	---	--	--

Anexo 4

Muestras en soluciones de 10 % y 20% de sal y bicarbonato de sodio



Muestras escurridas después de 15 Horas en las soluciones



Tratamiento Térmico



Análisis Fisicoquímico:

Determinación de Humedad



Determinación de Grados Brix



Determinación de pH



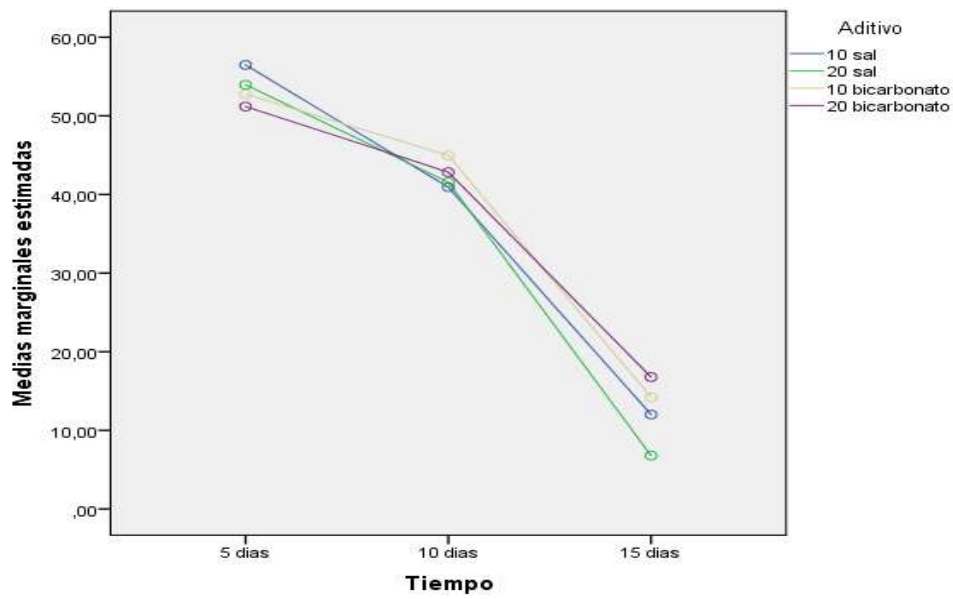
Determinación de acidez



Evaluación sensorial

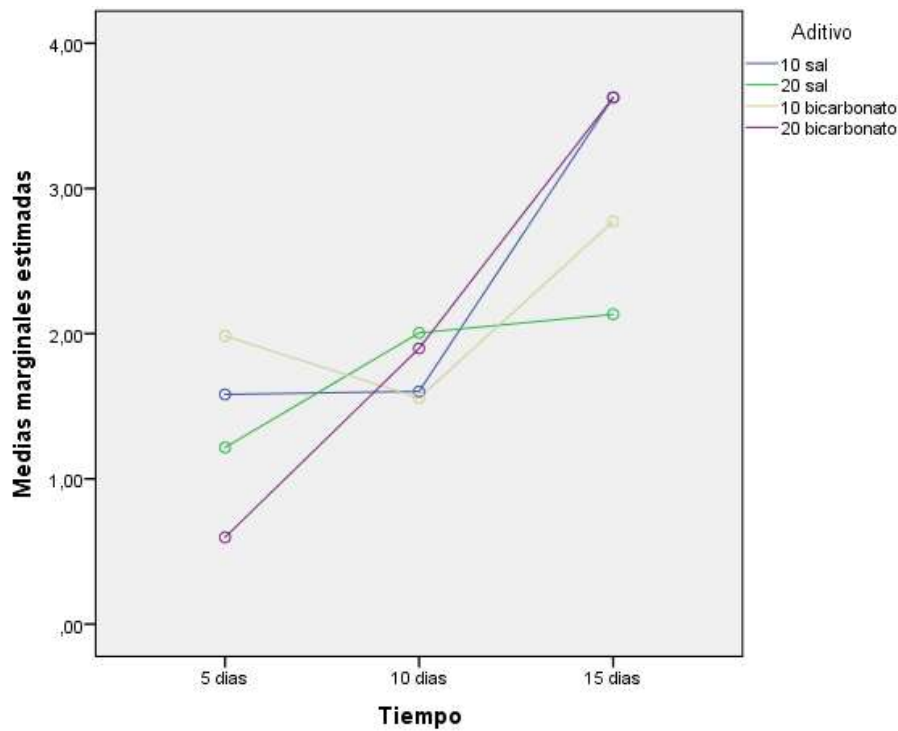


Gráfico N° 1: Medias marginales estimadas para la humedad



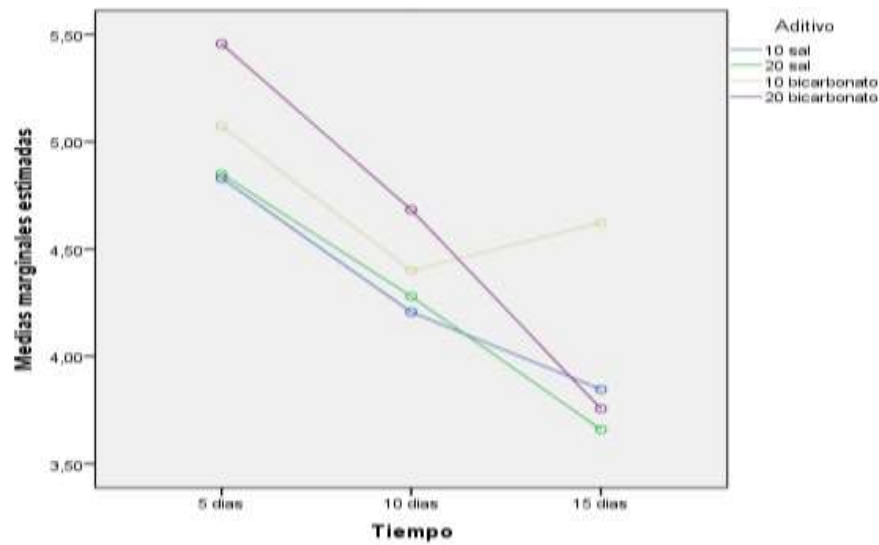
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 2: Medias marginales estimadas para la acidez



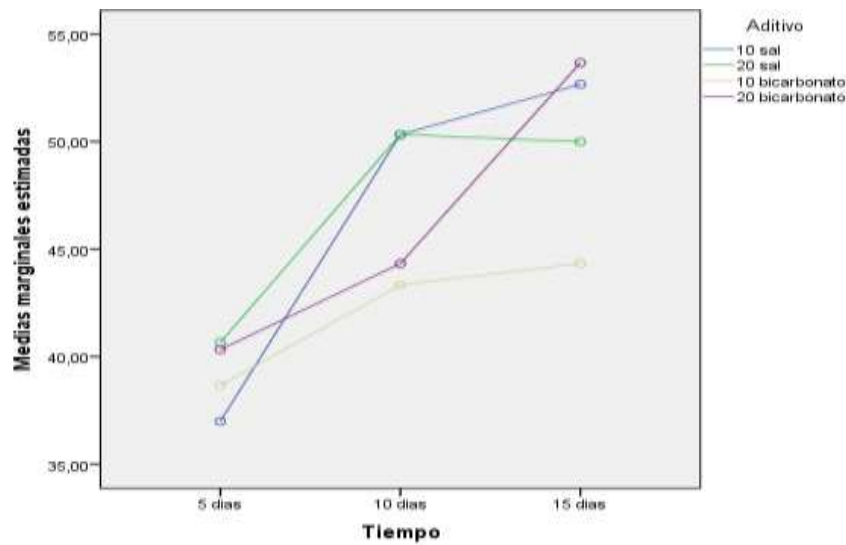
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 3: Medias marginales estimadas para el pH



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4: Medias marginales estimadas para la humedad



Fuente: Elaboración propia.